

OTÁVIO MONTEIRO BECKER JUNIOR

CRIAÇÃO DO PNEUMOPERITÔNIO POR PUNÇÃO NO
HIPOCÔNDRIO ESQUERDO: SISTEMA NEBULOSO (*FUZZY*) DE
SUPORTE À DECISÃO PELA RELAÇÃO PRESSÃO/VOLUME DO
POSICIONAMENTO DA PONTA DA AGULHA DE VERESS

Tese apresentada à Universidade
Federal de São Paulo para obtenção
do Título de Doutor em Ciências

SÃO PAULO
2008

OTAVIO MONTEIRO BECKER JUNIOR

CRIAÇÃO DO PNEUMOPERITÔNIO POR PUNÇÃO NO
HIPOCÔNDRIO ESQUERDO: SISTEMA NEBULOSO (*FUZZY*) DE
SUPORTE À DECISÃO PELA RELAÇÃO PRESSÃO/VOLUME DO
POSICIONAMENTO DA PONTA DA AGULHA DE VERESS

Tese apresentada à Universidade
Federal de São Paulo para obtenção
do Título de Doutor em Ciências

ORIENTADOR: Prof. Dr. João Luiz Moreira Coutinho de Azevedo

CO-ORIENTADOR: Prof.Dr. José Ernesto de Araujo Filho

SÃO PAULO

2008

Becker_Junior, Otavio Monteiro

Criação do pneumoperitônio por punção no hipocôndrio esquerdo: sistema nebuloso (*fuzzy*) de suporte à decisão pela relação pressão/volume do posicionamento da ponta da agulha de Veress/ Otávio Monteiro Becker Junior. –São Paulo, 2008

xxi, 91f.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Paulo. Programa de Pós-Graduação em Cirurgia e Experimentação.

Creation of the pneumoperitoneum through left hipocondrium puncture: fuzzy decision support system of the Veress needle's tip location by the pressure/volume relation.

1. Pneumoperitônio artificial. 2. Métodos de insuflação. 3. Métodos da laparoscopia. 4. Procedimentos operatórios. 5. Lógica Fuzzy.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO
UNIFESP**

**DEPARTAMENTO DE CIRURGIA
CHEFE DO DEPARTAMENTO: PROF. DRA. LYDIA MASAKO FERREIRA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIRURGIA E EXPERIMENTAÇÃO
COORDENADOR: PROF. DR. JOSÉ LUIZ MARTINS**

OTÁVIO MONTEIRO BECKER JUNIOR

Criação do pneumoperitônio por punção no hipocôndrio esquerdo: sistema nebuloso (*fuzzy*) de suporte à decisão pela relação pressão/volume do posicionamento da ponta da agulha de Veress

BANCA EXAMINADORA:

1- Presidente: Prof. Dr. João Luiz Moreira Coutinho de Azevedo

Professor Associado da Disciplina de Técnica Operatória e Cirurgia Experimental do Departamento de Cirurgia da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP.

MEMBROS EFETIVOS:

2- Prof.Dr. Fábio Schmidt Goffi

Professor Titular de Gastroenterologia Cirúrgica do Instituto de Assistência Médica ao Servidor Público Estadual – IAMSPE.

3- Prof.Dr.Joaquim Gama Rodrigues

Professor Titular Emérito de Cirurgia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – USP.

4- Prof.Dr.Takashi Yoneyama

Professor Titular de Engenharia Eletrônica e Computação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA. Engenheiro formado pelo ITA e médico formado pela Universidade de Taubaté – UNITAU.

5- Prof. Dr. Roberto Anania de Paula

Professor Titular da Disciplina de Cirurgia Geral do Departamento de Cirurgia da Faculdade de Medicina de Jundiaí.

Membros Suplentes

1- Prof. Dr. Djalma José Fagundes

Professor Livre Docente e Associado do Departamento de Cirurgia da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP.

2- Prof^a.Dra. Simone de Campos Vieira Abib

Professora Afiliada da Disciplina de Técnica Operatória e Cirurgia Experimental do Departamento de Cirurgia da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Octávio Monteiro Becker (*In Memoriam*) e Anna Maria Bonadio Becker, por fazerem de mim tudo que sou, por me darem a vida, e por me ensinarem a ser pelo exemplo. Pelas qualidades que herdei, e pelas que aprendi a cultivar. Aos meus irmãos, Conrado, Adelchi, Anamaria, Eliana, Luciana, Adriana e André, que me ensinaram desde tenra idade o significado de amor fraternal.

À minha esposa, Amélia Akemi Sakugawa Becker, cuja bondade somente se iguala a sua beleza, que tem sido para mim como o oásis em um deserto, onde sempre sou acolhido e reencontro minhas forças.

Aos meus filhos, Tomás, Rafael, Isabel e Otávio, que por serem frutos de um grande amor, sempre serão para mim fonte de felicidade e orgulho.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao **Prof. Dr. João Luiz Moreira Coutinho Azevedo**, Professor Associado da Disciplina de Técnica Operatória e Cirurgia Experimental, que consegue unir de forma ímpar o gosto pelo ensino e pela pesquisa. Pelo entusiasmo apaixonado com que defende suas teses, e pela objetividade e humildade com que as rejeita frente às evidências. A verdade nos liberta.

AGRADECIMENTOS

A **DEUS** TODO PODEROSO.

À **UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO – ESCOLA PAULISTA DE MEDICINA – UNIFESP–EPM**, por ter me graduado médico e agora possibilitado a minha pós-graduação.

Ao **Hospital Municipal “Dr. José de Carvalho Florence” de São José dos Campos** e à **Associação Paulista para o Desenvolvimento da Medicina – SPDM**, por ter possibilitado a realização desta pesquisa e pelo acolhimento como médico da instituição.

Ao **Prof.Dr. José Ernesto de Araujo Filho**, Professor e Pesquisador do Programa de Pós-Graduação do Departamento de Informática em Saúde da Universidade Federal de São Paulo, Professor e Pesquisador da Pós-Graduação do Departamento de Engenharia e Tecnologia Espacial do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial, co-orientador deste trabalho, pelos ensinamentos, incentivo e apoio a esta pesquisa. Pela paciência com que se empenhou a ensinar matemática computacional para um médico. Pelo rigor com que conduz seus orientandos.

Ao **Prof. Dr. José Luiz Martins**, Professor Titular de Cirurgia Pediátrica e Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Cirurgia e Experimentação da Universidade Federal de São Paulo, pela dedicação ao programa de pós-graduação, cujos frutos são evidentes no seu crescimento e projeção, assim como pelos ensinamentos e experiência científicos transmitidos, pelas críticas e sugestões ao projeto de pesquisa.

Ao **Prof. Dr. Hélio Plapler**, Professor Adjunto da Disciplina de Técnica Operatória e Cirurgia Experimental da Universidade Federal de São Paulo –

UNIFESP, pelos conhecimentos transmitidos, pelas críticas, sugestões, apoio e incentivo ao projeto de pesquisa.

Ao **Prof. Dr. Paulo de Oliveira Gomes**, Professor Adjunto da Disciplina de Técnica Operatória e Cirurgia Experimental da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, pela vasta cultura geral a nós transmitida.

À **Prof^a. Dra. Edna Frasson de Souza Montero**, Livre Docente do Departamento de Cirurgia da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, pelos ensinamentos e experiência em projetos de pesquisa transmitidos.

Ao **Prof. Dr. Sérgio Tomaz Schettini**, Professor Associado da Disciplina de Cirurgia Pediátrica do Departamento de Cirurgia da Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP, pela experiência transmitida.

À **Prof^a. Dra. Simone de Campos Vieira Abib**, Professora Afiliada da Disciplina de Técnica Operatória e Cirurgia Experimental do Departamento de Cirurgia da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, pelos ensinamentos transmitidos.

Ao **Dr. Nacime Salomão Mansur**, Mestre em Medicina pela Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, Superintendente dos Hospitais Afiliados da SPDM, pela amizade de todos estes anos e pelo apoio a esta empreitada.

À **Enfermeira Elizabeth Akemi Nishio**, Pós graduanda do Departamento de Informática em Saúde – UNIFESP, Diretora de Enfermagem dos Hospitais Afiliados da SPDM, pela amizade, energia e entusiasmo com o ensino e a pesquisa.

Ao médico **Dr. Carlos Alberto Maganha**, Mestre em Medicina pela Universidade de São Paulo – USP e Superintendente do Hospital Municipal “Dr. José de Carvalho Florence” pela amizade e apoio a esta pesquisa.

Ao amigo médico **Danilo Stanzani Junior**, cirurgião geral, Diretor Técnico do Hospital Municipal “Dr. José de Carvalho Florence”, colega de pós-graduação e grande apoiador, pela amizade de todos estes anos.

Aos médicos cirurgiões **Iuri Vieira Dair, Vilson Batista de Santana Filho, Débora Gonçalves Vieira, Marcos Antônio da Silva, Fernando Fonseca Costa e Flavius Vinicius Ferreira de Toledo**, do serviço de cirurgia do Hospital Municipal “Dr. José de Carvalho Florence”, pelo apoio e por aderirem ao paradigma desta pesquisa para os pacientes sob seus cuidados.

Aos médicos residentes do serviço de cirurgia geral do Hospital Municipal “Dr. José de Carvalho Florence”, especialmente à **Rosyane Rena de Freitas, Octávio Berti, Luciana Moizés, Simone Baylon e Leandro Dalla Villa**, pelo apoio constante na persistente coleta dos dados que permitiu a realização desta pesquisa.

À estatística **Priscila Negreiros**, pela competência e paciência com que me conduziu nas análises estatísticas desta pesquisa.

Aos colegas da pós-graduação e especialmente aos amigos **Susana Abe Miyahira, Octavio Henrique Mendes Hypólito, Afonso Cesar Guedes Machado e Wellington Cardia**, pelo espírito crítico e sugestões que auxiliaram na realização desta pesquisa. Pelo apoio, companheirismo e pela paciente escuta nessa longa jornada.

À **Valdelice Justiniano Soares**, secretária do Programa de Pós-Graduação em Cirurgia e Experimentação da UNIFESP, pela ajuda e disponibilidade na execução deste trabalho.

À **Marilene Soares dos Santos**, secretária do Centro de Estudo “Prof. Dr. Fábio Schmidt Goffi” do Hospital Municipal “Dr. José de Carvalho Florence”, pela ajuda e disponibilidade na execução desta pesquisa.



“Toda uma corrente de acontecimentos brota da decisão, fazendo surgir a nosso favor toda a sorte de incidentes, encontros e assistência material que nenhum homem sonharia que viesse em sua direção. Qualquer coisa que possa fazer, ou sonhe que possa fazer, comece a fazê-la agora. A ousadia tem em si genialidade, força e magia.”

Johann Wolfgang von Goethe (1749 –1832).

Escritor, cientista e filósofo alemão

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	v
AGRADECIMENTO ESPECIAL	vi
AGRADECIMENTOS	vii
SUMÁRIO.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE TABELAS	xvi
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xix
RESUMO.....	xxi
1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - OBJETIVOS	8
2 - MÉTODOS	9
3 - RESULTADOS.....	17
4 - DISCUSSÃO	74
5 - CONCLUSÕES	85
6 - REFERÊNCIAS.....	86
ABSTRACT	
NORMAS ADOTADAS	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Relação entre precisão versus custo e utilidade na modelagem de problemas.....	6
Figura 2-	$\text{Pressão} = 4,01 + 0,04 \cdot \text{Tempo} - 0,0001 \cdot \text{Tempo}^2 + 8,8\text{E-}08 \cdot \text{Tempo}^3$ ($R^2 = 54\%$).....	24
Figura 3-	$\text{Pressão}_F = 4,19 + 0,04 \cdot \text{Tempo} - 0,0001 \cdot \text{Tempo}^2 + 8,1\text{E-}08 \cdot \text{Tempo}^3$ ($R^2 = 52\%$)	25
Figura 4 -	$\text{Pressão}_M = 3,39 + 0,05 \cdot \text{Tempo} - 0,0001 \cdot \text{Tempo}^2 + 1,3\text{E-}07 \cdot \text{Tempo}^3$ ($R^2 = 62\%$).....	26
Figura 5 -	Pressão por sexo x total.....	26
Figura 6 -	$\text{Pressão}(<25) = 3,31 + 0,05 \cdot \text{Tempo} - 0,0001 \cdot \text{Tempo}^2 + 8,6\text{E-}08 \cdot \text{Tempo}^3$ ($R^2 = 56\%$)	28
Figura 7 -	$\text{Pressão}(25-30) = 4,49 + 0,04 \cdot \text{Tempo} - 0,0001 \cdot \text{Tempo}^2 + 6,8\text{E-}08 \cdot \text{Tempo}^3$ ($R^2 = 52\%$)	28
Figura 8 -	$\text{Pressão}(\geq 30) = 4,64 + 0,05 \cdot \text{Tempo} - 0,0001 \cdot \text{Tempo}^2 + 1,3\text{E-}07 \cdot \text{Tempo}^3$ ($R^2 = 62\%$)	29
Figura 9 -	Pressão por Faixas de IMC	29
Figura 10-	$\text{Pressão}(\text{Não}) = 3,94 + 0,05 \cdot \text{Tempo} - 0,0001 \cdot \text{Tempo}^2 + 8,9\text{E-}08 \cdot \text{Tempo}^3$ ($R^2 = 54\%$).....	31
Figura 11 -	$\text{Pressão}(\text{Sim}) = 4,09 + 0,04 \cdot \text{Tempo} - 0,0001 \cdot \text{Tempo}^2 + 1,1\text{E-}07 \cdot \text{Tempo}^3$ ($R^2 = 56\%$).....	31
Figura 12 -	Pressão por Cirurgia Prévia	32
Figura 13 -	$\text{Volume} = 0,22 + 0,0042 \cdot \text{Tempo}$ ($R^2 = 50\%$).....	33
Figura 14 -	$\text{Volume}_F = 0,25 + 0,0037 \cdot \text{Tempo}$ ($R^2 = 47\%$).....	34
Figura 15 -	$\text{Volume}_M = 0,13 + 0,0056 \cdot \text{Tempo}$ ($R^2 = 62\%$).....	35
Figura 16 -	Volume por Sexo.....	35
Figura 17 -	$\text{Volume}(<25) = 0,18 + 0,0047 \cdot \text{Tempo}$ ($R^2 = 57\%$).....	37
Figura 18 -	$\text{Volume}(25-30) = 0,20 + 0,0037 \cdot \text{Tempo}$ ($R^2 = 52\%$).....	37
Figura 19 -	$\text{Volume}(\geq 30) = 0,13 + 0,0060 \cdot \text{Tempo}$ ($R^2 = 50\%$).....	38
Figura 20 -	Volume por Faixas de IMC.....	38
Figura 21 -	$\text{Volume}(\text{Não}) = 0,25 + 0,0039 \cdot \text{Tempo}$ ($R^2 = 50\%$).....	39
Figura 22 -	$\text{Volume}(\text{Sim}) = 0,14 + 0,0048 \cdot \text{Tempo}$ ($R^2 = 50\%$).....	40
Figura 23 -	Volume por Cirurgia Prévia	40

Figura 24 -	Pressão por Faixas de IMC	42
Figura 25 -	Intervalo de Confiança da relação Pressão/Volume para os dois grupos 2004x 2008	44
Figura 26 -	Pressão /Volume: Azevedo (2004) x Experimento (2008)	45
Figura 27 -	Pressão = $4,83 + 5,72 \cdot V - 1,85 \cdot V^2 + 0,18 \cdot V^3$ ($R^2 = 49\%$)	47
Figura 28 -	Intervalos de confiança entre os sexos e o curva total da relação Pressão/Volume	48
Figura 29-	Pressão/Volume (F)= $4,85+5,84 \cdot V-1,85 \cdot V^2+0,18 \cdot V^3$ ($R^2=51\%$) .	49
Figura 30 -	Pressão/Volume (M)= $4,69+5,43 \cdot V-1,84 \cdot V^2+0,21 \cdot V^3$ ($R^2=45\%$) .	49
Figura 31 -	Pressão/Volume por sexo	50
Figura 32 -	Intervalo de Confiança subgrupos de acordo com IMC.....	51
Figura 33 -	Pressão (<25)= $4,19+5,61 \cdot V-1,22 \cdot V^2+0,02 \cdot V^3$ ($R^2 = 54\%$)	53
Figura 34 -	Pressão (25-30) = $5,49 + 4,98 \cdot V-1,65 \cdot V^2+0,18 \cdot V^3$ ($R^2 = 43\%$) ...	53
Figura 35 -	Pressão (≥ 30) = $5,16+5,90 \cdot V-2,09 \cdot V^2+0,22 \cdot V^3$ ($R^2 = 55\%$)	54
Figura 36 -	Pressão por Faixas de IMC	54
Figura 37 -	Intervalos de Confiança entre cirurgia prévia ou não e o total ...	56
Figura 38 -	Pressão/Volume(Não)= $4,83+5,71 \cdot V-1,83 \cdot V^2+0,19 \cdot V^3$ ($R^2=48\%$).....	57
Figura 39 -	Pressão/Volume(Sim)= $4,78+5,98 \cdot V-2,09 \cdot V^2+0,22 \cdot V^3$ ($R^2=50\%$)	57
Figura 40 -	Pressão por Cirurgia Prévia	58
Figura 41 -	Dados experimentais de entrada, <i>Volume</i> , na sua forma seqüencial por indivíduo e disposição aleatória dos dados para treinamento e teste com ANFIS.	59
Figura 42 -	Dados experimentais de saída, <i>Pressão</i> , na sua forma seqüencial por indivíduo e disposição aleatória dos dados para treinamento e teste com ANFIS.	59
Figura 43 -	Dados experimentais de entrada, <i>Volume</i> e <i>Pressão</i> , na sua forma seqüencial por indivíduo e disposição aleatória dos dados para treinamento e teste com ANFIS.....	60
Figura 44 -	Curvas dos erros durante o processo de treinamento do ANFIS com três funções de pertinência Bell com dados de treinamento e treinamento e teste	60

Figura 45 -	Dados experimentais de entrada, <i>Volume</i> e <i>Pressão</i> , na sua forma seqüencial por indivíduo e disposição aleatória dos dados para treinamento e teste com ANFIS.....	61
Figura 46 -	Curvas dos erros durante o processo de treinamento do ANFIS com três funções de pertinência Gaussianas com dados de treinamento e treinamento e teste	61
Figura 47 -	Dados experimentais de entrada, <i>Volume</i> e <i>Pressão</i> , na sua forma seqüencial por indivíduo e disposição aleatória dos dados para treinamento e teste com ANFIS.....	62
Figura 48 -	Curvas dos erros durante o processo de treinamento do ANFIS com três funções de pertinência Triangular com dados de treinamento e treinamento e teste.....	62
Figura 49 -	Dados experimentais de entrada, <i>Volume</i> e <i>Pressão</i> , na sua forma seqüencial por indivíduo e disposição aleatória dos dados para treinamento e teste com ANFIS.....	63
Figura 50 -	Curvas dos erros durante o processo de treinamento do ANFIS com três funções de pertinência Trapezoidal com dados de treinamento e treinamento e teste.....	63
Figura 51 -	Análise comparativa do modelo estatístico (a) com os modelos Fuzzy Takagi-Sugeno (T-S) de primeira ordem com funções de pertinência Gausseana (b), Bell (c), trapezoidal (d), triangular (e) e a comparação entre todos (f).	64
Figura 52 -	Modelos Fuzzy Takagi-Sugeno de ordem zero com funções de pertinência Gausseana (a), e Bell (b), assim como Modelo Fuzzy Takagi-Sugeno com Agrupamento por Subtração (c).	65
Figura 53 -	Análise comparativa do modelo estatístico e todos os modelos difusos com dos dados experimentais após treinamento	67
Figura 54 -	Análise comparativa do modelo estatístico e todos os modelos difusos com dos dados experimentais após treinamento detalhando os dados para treinamento ('o') e dados para teste ('x').	67
Figura 55 -	Modelos heurísticos Mamdani e Takagi-Sugeno, bases de conhecimento	68

Figura 56 - Funções de pertinência heurísticos para as variáveis pressão e volume.	68
Figura 57 - Sistema Nebuloso de Suporte a Decisão. Regras.	69
Figura 58 - Sistema Fuzzy de Suporte a Decisão Takagi-Sugeno (T-S) de primeira ordem com funções de pertinência Gausseana (a), Bell (b), trapezoidal (c), triangular (d).	70
Figura 59 - Sistema Fuzzy de Suporte a Decisão Takagi-Sugeno (T-S) de Ordem Zero com funções de pertinência Gausseana (a), Bell (b), trapezoidal (c), triangular (d).	71
Figura 60 - Sistema Fuzzy de Suporte a Decisão Takagi-Sugeno (T-S) de primeira ordem ANFIS total, superfície de decisão.	72
Figura 61 - Sistema Fuzzy de Suporte a Decisão Takagi-Sugeno (T-S) de primeira ordem ANFIS total, superfície de decisão	72
Figura 62 - Sistema Fuzzy de Suporte a Decisão Heurístico e (T-S) de primeira ordem trapezoidal.	73
Figura 63 - Sistema Fuzzy de Suporte a Decisão Heurístico e (T-S) de primeira ordem trapezoidal	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Tabela de contingência para o cálculo da sensibilidade (S), da especificidade (E), e dos valores preditivos positivos (VPP) e valores preditivos negativos (VPN).....	11
Tabela 2	Estatística descritiva dos pacientes estudados	16
Tabela 3	Frequência e Percentual	16
Tabela 4	Numero de fracassos das provas de posicionamento da ponta da agulha de Veress na cavidade	17
Tabela 5	Cálculo da sensibilidade (S), especificidade (E), valor preditivo positivo (VPP) e valor preditivo negativo (VPN) da prova da aspiração (PA)	18
Tabela 6	Cálculo da sensibilidade (S), especificidade (E), valor preditivo positivo (VPP) e valor preditivo negativo (VPN) da prova da resistência à infusão (PRes).....	18
Tabela 7	Cálculo da sensibilidade (S), especificidade (E), valor preditivo positivo (VPP) e valor preditivo negativo (VPN) da prova da recuperação (PRec).	19
Tabela 8	Cálculo da sensibilidade (S), especificidade (E), valor preditivo positivo (VPP) e valor preditivo negativo (VPN) da prova do gotejamento (PG)	19
Tabela 9	Cálculo da sensibilidade (S), especificidade (E), valor preditivo positivo (VPP) e valor preditivo negativo (VPN) da prova da pressão intraperitoneal inicial (PPII)	20
Tabela 10	Coeficientes e intervalos de confiança → grupo experimento(2008)	21
Tabela 11	Coeficientes e intervalos de confiança → Azevedo(2004)	21
Tabela 12	Coeficientes e intervalos de confiança → grupo experimento (2008)	22

Tabela 13	Coeficientes e intervalos de confiança → grupo experimento (2008)	22
Tabela 14	Modelos por grupo	23
Tabela 15	Coeficientes e intervalos de confiança → total	23
Tabela 16	Coeficientes e intervalos de confiança → sexo = Feminino	24
Tabela 17	Coeficientes e intervalos de confiança → sexo = Masculino	25
Tabela 18	Coeficientes e intervalos de confiança → IMC < 25	27
Tabela 19	Coeficientes e intervalos de confiança → IMC – (25; 30)	27
Tabela 20	Coeficientes e intervalos de confiança → IMC ≥ 30	27
Tabela 21	Coeficientes e intervalos de confiança → Cirurgia Prévia=Não	30
Tabela 22	Coeficientes e intervalos de confiança → Cirurgia Prévia=Sim.....	30
Tabela 23	Modelos por grupo.....	32
Tabela 24	Coeficientes e intervalos de confiança → total.....	33
Tabela 25	Coeficientes e intervalos de confiança → sexo = Feminino.....	33
Tabela 26	Coeficientes e intervalos de confiança → sexo = Masculino.....	34
Tabela 27	Coeficientes e intervalos de confiança → IMC < 25.....	36
Tabela 28	Coeficientes e intervalos de confiança → IMC – (25; 30).....	36
Tabela 29	Coeficientes e intervalos de confiança → IMC ≥ 30.....	36
Tabela 30	Coeficientes e intervalos de confiança → Cirurgia prévia=Não.....	39
Tabela 31	Coeficientes e intervalos de confiança → Cirurgia prévia=Sim.....	39
Tabela 32	Área sob a curva de Pressão por Grupos.....	41
Tabela 33	Teste de Mann-Whitney.....	41
Tabela 34	Área sob a curva de Volume por Grupos.....	42
Tabela 35	R = Coeficiente de Correlação de Spearman entre pressão e volume	43
Tabela 36	Coeficientes e intervalos de confiança → Azevedo ($R^2=73\%$)....	43
Tabela 37	Coeficientes e intervalos de confiança → grupo experimento ($R^2 = 49\%$).....	44
Tabela 38	Modelos por subgrupo do grupo experimento.....	46
Tabela 39	Coeficientes e intervalos de confiança → total.....	46
Tabela 40	Coeficientes e intervalos de confiança → sexo = Feminino.....	47

Tabela 41	Coeficientes e intervalos de confiança → sexo = Masculino.....	48
Tabela 42	Coeficientes e intervalos de confiança → IMC < 25.....	51
Tabela 43	Coeficientes e intervalos de confiança → IMC – (25; 30).....	51
Tabela 44	Coeficientes e intervalos de confiança → IMC ≥ 30.....	51
Tabela 45	Coeficientes e intervalos de confiança → Cirurgia Prévia=Não..	55
Tabela 46	Coeficientes e intervalos de confiança → Cirurgia Prévia=Sim..	55
Tabela 47	Comparação da adequação (R^2) entre os diferentes métodos inferenciais.....	66

LISTA DE ABREVIATURAS

ASA – American Society of Anesthesiology score

ANFIS – Adaptive Neural Fuzzy Inference System

CO₂ – gás carbônico

cm – centímetro

Dp – desvio padrão

E – especificidade

F – feminino

HE – hipocôndrio esquerdo

HMJFC – Hospital Municipal “Dr. José de Carvalho Florence”

IC – intervalo de confiança

IMC – índice de massa corporal

Kg – quilograma

L– litro

M – masculino

mcg/kg – micrograma por quilograma

mg/kg – miligrama por quilograma

mmHg – milímetro de mercúrio

n° – número

PA – prova da aspiração

PG – prova do gotejamento

PI – pressão intraperitoneal

PPII – prova pressão intraperitoneal inicial

PAM – pressão arterial média

Prec – prova da recuperação

Pres – prova da resistência

R² – coeficiente de determinação ou de explicação

S – sensibilidade

s – segundos

SPDM – Sociedade Paulista para Desenvolvimento da Medicina (hoje Associação)

TSK – Takagi-Sugeno-Kang

UNIFESP - EPM – Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina

V – volume

VI – volume inicial

VPN – valor preditivo negativo

VPP – valor preditivo positivo

α – nível de significância

RESUMO

Objetivos: Verificar a eficiência da punção com agulha de Veress no hipocôndrio esquerdo, a acurácia dos testes descritos e o valor diagnóstico dos valores da pressão intraperitoneais em função do volume de gás injetado em modelagem utilizando lógica nebulosa (fuzzy). **Métodos:** 91 pacientes, sem quaisquer critérios de exclusão, consecutivamente agendados para procedimentos videolaparoscópicos, tiveram a parede abdominal puncionada no hipocôndrio esquerdo. Os pacientes receberam anestesia geral e ventilação controlada mecânica segundo o protocolo. Após a punção foram utilizadas cinco provas para testar o posicionamento da ponta da agulha no interior da cavidade peritoneal: prova da aspiração – **PA**, da resistência à infusão – **Pres**, da recuperação do líquido infundido – **Prec**, prova do gotejamento - **PG**, e a prova da pressão intraperitoneal inicial - **PPII**. Os resultados das provas foram comparados entre os resultados da literatura para grupos com critérios de exclusão definidos. Os resultados foram considerados para cálculo da sensibilidade (S) e da especificidade (E) e valores preditivos positivos (VPP) e valores preditivos negativos (VPN). O volume e pressão foram registrados a cada 20 segundos até 12 mmHg. Métodos inferenciais estatísticos e nebulosos (fuzzy) foram utilizados em modelagem computacional. **Resultados:** Ocorreram 13 fracassos. A **PA** teve E=100% e VPN=100%. **Pres** teve S=100%; E= 0; VPP= 85,71% VPN= não se aplica. **Prec** : S= 100%; E= 53,84%; VPP= 92,85%; VPN= 100%. **PG**: S= 100%; E= 61,53%; VPP= 93,97% VPN= 100%. Na **PPII**, a S, E, VPP e VPN=100%. A pressão varia em função do volume injetado, modulado principalmente pelo IMC ($R^2= 73\%$ para grupo homogêneo, $R^2= 58,81\%$ para heterogêneo). **Conclusão:** A punção no hipocôndrio esquerdo é eficiente, as provas realizadas orientam o cirurgião a despeito do gênero, IMC ou cirurgias prévias. A pressão intraperitoneal como função dos volumes injetados é parâmetro do posicionamento da ponta da agulha, variando conforme o índice de massa corporal, do gênero e da ocorrência de cirurgia prévia. A utilização da lógica nebulosa ou difusa provou-se eficaz e eficiente na modelagem desta relação. A construção de um sistema difuso de suporte à decisão utilizando o conhecimento heurístico foi o mais eficaz.

1 - INTRODUÇÃO

A criação do pneumoperitônio é o primeiro passo para a realização da videolaparoscopia. A maioria das complicações associadas a esse procedimento ocorre durante a sua etapa mais crítica, o acesso à cavidade peritoneal¹, em razão do risco significativo de lesões vasculares e viscerais².

Os ferimentos vasculares representam as causas mais comuns de morte em procedimentos laparoscópicos (15 a 75%)³⁻⁴ seguidos por lesões intestinais despercebidas (25%). Danos em grandes vasos e nas alças intestinais podem ocorrer quando a agulha de Veress é inserida às cegas no abdome, antes da insuflação, como o que ocorre na técnica fechada³. Relatos de processos por erro médico relacionados à videolaparoscopia referem que 18% das reclamações ocorreram como decorrência de acidentes na produção do pneumoperitônio e calcula-se que cerca da metade de todas as complicações laparoscópicas foi atribuída a problemas técnicos ocorridos nesta fase⁴.

Em geral há duas técnicas para estabelecer o pneumoperitônio e acessar a cavidade peritoneal. A primeira é a denominada fechada ou cega, que é realizada utilizando-se uma agulha de Veress, seguida pela inserção de trocater, ou, menos freqüentemente, pela inserção direta do trocater sem pneumoperitônio⁵. O segundo método é a técnica aberta, na qual uma pequena laparotomia é realizada sob visão direta na região umbilical, seguida pela introdução de trocater rombo (trocater de Hasson).⁶

Apesar de não existir consenso quanto ao melhor método para o acesso à cavidade peritoneal⁷, a punção com agulha de Veress⁸ é a técnica mais freqüentemente utilizada^{2,9}. Estudo considerando 155.987 procedimentos laparoscópicos, em 81% deles foi utilizada a agulha de Veress⁹.

O local clássico da punção com agulha de Veress é a linha mediana do abdome, junto à cicatriz umbilical¹⁰. Nessa região, a punção apresenta riscos de lesão de grandes vasos, em função da pequena distância da parede anterior do abdome com essas estruturas vasculares retroperitoneais¹¹. Em pessoas magras, essa distância pode ser menor que dois centímetros³. A aorta abdominal e a veia cava inferior, assim como os vasos ilíacos comuns, são particularmente propensos a

ferimentos durante a punção com agulha de Veress, nas proximidades da cicatriz umbilical.

As lesões desses vasos são complicações laparoscópicas graves que podem ocorrer em momento cego da laparoscopia: “Certamente o evento mais dramático que uma equipe cirúrgica pode vivenciar é a lesão vascular maior. Apesar da prevalência dessa ocorrência ser baixa (0,05% a 0,5%), a mortalidade atinge índices entre 8% e 17%”, podendo chegar a 21% por lesões intestinais despercebidas⁴⁻¹².

Embora efetiva, a punção na linha mediana apresenta perigo. Todos os ferimentos de grandes vasos por agulha de Veress relatados na literatura foram causados por punções nas proximidades da cicatriz umbilical¹³. A gravidade da ocorrência desse tipo de lesão iatrogênica é minimizada quando as punções são feitas em locais afastados da linha mediana^{14 15}.

Adicionalmente, pacientes com cirurgia abdominal prévia têm risco aumentado de lesões viscerais por agulha de Veress, por causa de aderências peritoneais que tipicamente ocorrem no nível da cicatrização da incisão cirúrgica no peritônio parietal anterior. Estudos necroscópicos encontraram aderências em 74% a 95% de pacientes com intervenções cirúrgicas abdominais prévias³. As incisões medianas são as que apresentam o maior risco de aderências em torno da cicatriz umbilical. Não obstante, mesmo incisões abdominais afastadas do umbigo podem determinar a formação de aderências na região periumbilical³

A punção no hipocôndrio esquerdo tem sido mencionada como sendo segura, sem risco de lesão iatrogênica maior¹⁴⁻¹⁶. Ressalte-se que, especificamente na região do hipocôndrio esquerdo, é muito rara a ocorrência de aderências peritoneais na parede abdominal, pois é sabido que os movimentos respiratórios do diafragma mobilizam constantemente as estruturas nessa região e dificultam a adesão das mesmas à parede abdominal anterior. Por isso a punção no hipocôndrio esquerdo é a preferida por alguns cirurgiões, em pacientes com laparotomia prévia¹⁵. Há também cirurgiões que realizam intervenções cirúrgicas bariátricas e preferem o hipocôndrio esquerdo para a criação do pneumoperitônio em seus pacientes¹⁶. Tal preferência se deve ao fato de que em pacientes obesos, a técnica aberta apresenta dificuldades adicionais devido ao excesso de peso, e a punção na linha mediana é considerada perigosa devido à espessura do tecido adiposo e da posição alta do umbigo no abdome. Tais características dificultam a punção e

podem propiciar lesões, interessando principalmente os grandes vasos retroperitoneais¹⁷.

Em ensaios clínicos envolvendo pacientes selecionados¹⁸⁻²⁰, a eficácia da punção do hipocôndrio esquerdo para a criação do pneumoperitônio artificial foi equivalente a da punção na linha mediana¹⁸⁻¹⁹ (considerada por muitos a técnica *padrão ouro*), e sua segurança foi demonstrada¹⁸.

Adicionalmente, as provas preconizadas para confirmar a posição intraperitoneal da ponta da agulha de Veress mostraram-se adequadas nessa população específica, com dados demográficos e antropomórficos seletos^{18, 19, 20}. De forma semelhante, em relação à amostra estudada, ficou demonstrado que a pressão intraperitoneal e os volumes de gás injetados nos diversos momentos pré-determinados da pesquisa, são parâmetros úteis e suficientes para orientar o cirurgião quanto ao correto posicionamento da ponta da agulha de Veress, nos diversos momentos do decorrer da insuflação¹⁸⁻²⁰.

Um estudo de comparação entre as duas técnicas de punção, com nível suficiente de evidência, necessita de amostragem superior a 100.000 pacientes²¹ para detectar a redução de acidentes (prevalência de 0,05% a 0,5%) e complicações maiores. Dessa forma, o aprimoramento dos métodos de identificação do posicionamento da agulha e de lesões, mediante as provas de confirmação após a punção e durante a produção do pneumoperitônio, passa a ser de capital importância.

Nessa ordem de idéias, resta estabelecer se na população geral, com características demográficas e antropomórficas diversas, as provas de posicionamento da agulha na punção no hipocôndrio esquerdo possam ser universalmente adotadas como parâmetros necessários e suficientes da segura produção do pneumoperitônio.

Há diferenças sobre o valor inicial da pressão intraperitoneal que indicaria o correto posicionamento, variando entre 5²² e 8 mmHg¹⁸, considerando-se que valores superiores indicariam posicionamento errôneo (na parede ou em víscera sólida). Não há ainda um estudo estratificando os parâmetros em relação ao IMC, ao sexo e à presença de intervenções cirúrgicas prévias como fatores moduladores. O estabelecimento dos valores de pressão e volume, em momentos determinados da insuflação, pode ser mapeado e utilizado para a construção de um sistema de suporte de decisões na forma de um programa, que poderá regular o insuflador

como um dispositivo de segurança e detectar um posicionamento errôneo, sinalizar e interromper o fluxo de CO₂.

O procedimento clássico nas análises dos resultados de pesquisas na área de ciências da vida tem sido a aplicação da estatística, descritiva para a tabulação e estratificação dos dados, e mais modernamente, a inferencial, onde são empregadas as análises probabilísticas que ganharam corpo nos últimos cinquenta anos²³. A frequência da ocorrência de um fenômeno é observada, com a busca de uma formulação matemática que dê respaldo à relação entre o fenômeno e uma variável pesquisada como causa.

Todos os instrumentos visam o estabelecimento dos valores de maior taxa de ocorrência, sua dispersão e variáveis diretamente relacionadas como causas ou fatores moduladores. Procuram também dar credibilidade aos resultados, mediante o tamanho adequado da amostra. Esse tratamento é perfeitamente adequado quando se refere a resultados de estudos nas áreas das ciências exatas, onde os objetos são substâncias simples e as amostras são homogêneas. Entretanto, o mesmo não acontece no campo biológico, onde o número de variáveis envolvidas é tão grande, que mesmo resultados muito diferentes ensejam a confusão, pois a disparidade observada pode ser atribuída simplesmente à variação normal da população de uma determinada espécie.

Pela abundância de tipos de parâmetros de aferição de processos dinâmicos relacionados à intensidade dos fenômenos, que são avaliadas através de escores qualitativos (variáveis ordinais ou dados não parametrizáveis), as análises perdem sua força, ou seja, o grau de certeza sobre a validade dos resultados diminui.

Como método alternativo ou complementar, existe a abordagem baseada na teoria da lógica dos conjuntos difusos ou nebulosos (*fuzzy*). Criada por Zadeh²³ em 1965, a teoria dos conjuntos difusos permite a formulação matemática de raciocínio com dados imprecisos, incertos, vagos ou verdades parciais, permitindo a simulação do raciocínio humano nas tomadas de decisões. Sua utilização é crescente na modelagem de programas “inteligentes” que podem trabalhar com índices qualitativos e quantitativos para as tomadas de decisão no campo da biomedicina²⁴.

A aplicação é possível, não só nos métodos dedutivos, como também, e principalmente, nos indutivos ou inferenciais. A lógica difusa permite por sua estrutura a conjugação de todas as variáveis envolvidas em uma observação, de forma simultânea, diferentemente da análise cartesiana que parecia duas variáveis

por vez, buscando suas relações ou correlações²⁵. Utilizando-se as formulações matemáticas clássicas, como o *modus ponens* e o *modus tolens*, constroem-se as proposições lógicas.

Entretanto, diferentemente da lógica aristotélica ou booleana, a lógica nebulosa admite graus variados de pertinência entre verdadeiro e falso ou entre sim e não, dos elementos avaliados em relação a conjuntos qualitativamente determinados²⁶. E constrói relações entre as diversas variáveis utilizadas na caracterização das pertinências utilizando-se de conectivo não cartesiano.

Assim, através do estudo dos conjuntos de regras **SE ENTÃO** na composição destas variáveis (**SE** $P_1 \text{ É } Y_1 \text{ E } P_2 \text{ É } Y_2 \text{ E } P_3 \text{ É } Y_3 \text{ E } \dots P_n \text{ É } Y_n$ **ENTÃO** $C \text{ é } W$), pode-se mapear como as variáveis são utilizadas nas tomadas de decisão ou como se constituem na produção ou modulação de um fenômeno. Relacionando-as a universos de discurso que são particionados por termos lingüísticos, pode-se representar, através de gráficos, os diferentes graus de pertinência de um elemento a um estado ou qualidade. Para tal utilizam-se funções de pertinência (relações) triangulares, trapezoidais, gaussianas, sinusoidais, etc.^{27,28,29}.

Resumidamente os principais componentes na construção de um sistema nebuloso (*fuzzy*) são quatro³⁰: 1- uma interface de *fuzificação*; 2- uma base de conhecimento; 3- um conjunto de regras antecedentes e consequentes e 4- uma interface de *defuzificação*, cuja saída pode ser uma decisão, um índice, um ajuste, etc.

A utilização da teoria dos conjuntos nebulosos (*fuzzy*) em mapeamento tanto na construção de sistemas de suporte de decisão (algoritmos), modelagem e/ou controladores, parece ser mais adequado dentro do campo das ciências da vida, podendo complementar ou mesmo ser utilizado independente de análises estatísticas inferenciais³¹. É assim uma alternativa para lidar com comportamentos dinâmicos que não podem ser descritos pelos métodos de modelagem convencional devido à falta de um conhecimento preciso e formal sobre o sistema, seja devido ao comportamento não-linear, devido à complexidade do sistema, pelo alto grau de incerteza na informação ou ainda devido às características variantes no tempo³¹.

Uma das principais razões para o sucesso de sistemas nebulosos (*fuzzy*) é a vantajosa relação custo-benefício entre precisão e utilidade para solução de grande número de problemas reais, quando comparado com métodos tradicionais.

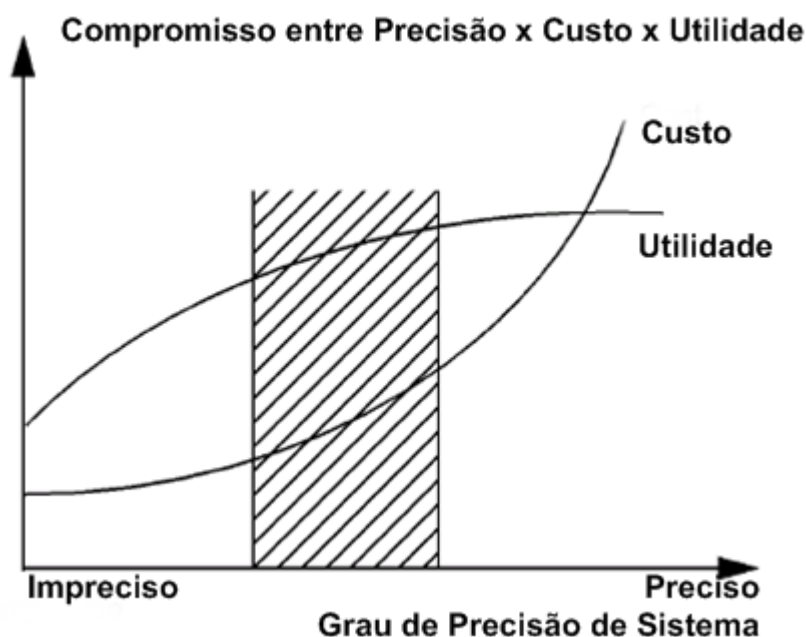


Figura 1- Relação entre precisão versus custo e utilidade na modelagem de problemas

O gráfico acima demonstra a comparação entre custos e utilidade pela precisão, sendo a abordagem *fuzzy* representada pela área hachureada.

Porém, assim como em outras estratégias, a abordagem *fuzzy* não é a panacéia universal, e sua eficácia e eficiência somente são significativas quando utilizada de modo e situações adequadas. Estas incluem condições operacionais a serem modeladas como³²:

- sensores sem precisão ou acurácia;
 - efeitos desconhecidos (fricção, reações químicas ou biológicas);
 - complexidade do fenômeno ou sistema sob estudo;
 - comportamento variante no tempo;
 - não-linearidades significativas;
 - operação dependente de conhecimento, atenção ou habilidade humana disponível, pois permite traduzir o conhecimento vago ou impreciso de especialistas através de modelos lingüísticos;
 - sistemas de supervisão, diagnósticos e de aconselhamento a usuários;
 - processos que podem ser modelados lingüisticamente, mas são difíceis de serem modelados matematicamente (processos pouco conhecidos).
- Nestas condições os sistemas difusos adéquam-se perfeitamente pois:
- são simples de entender, fáceis de implementar, e baratos de desenvolver

-são sistemas baseados em regras que podem ser atualizados e aperfeiçoados;

- apresentam relações entrada-saída suaves;

- permitem projetos de sistemas de controle robustos;

- permitem projetos de sistemas de controle estáveis, mesmo que o sistema a ser controlado seja instável;

- permitem o projeto de sistemas de controle não lineares;

-são aproximadores universais, ou seja, são capazes de aproximar qualquer função contínua diante de qualquer grau de precisão, e conseqüentemente, podem sempre produzir soluções de modelagem e controle na prática.

Outra característica importante do sistema/mapeamento nebuloso (fuzzy) é sua simplicidade, que permite uma compreensão lingüística quase imediata das ações de operação, e o fácil ajuste através de ferramentas computacionais de aprendizagem e otimização.

1.1 - OBJETIVOS

Geral:

Aperfeiçoar o procedimento de criação do pneumoperitônio artificial pela técnica fechada, mediante punção com agulha de Veress.

Específicos:

Verificar a eficiência na criação de pneumoperitônio mediante punção com agulha de Veress no hipocôndrio esquerdo em amostragem extraída indiscriminadamente da população de pacientes submetidos à videolaparoscopia.

Avaliar o valor diagnóstico das provas de posicionamento da ponta do instrumento, e o valor diagnóstico das pressões intraperitoneais em função dos volumes injetados durante a insuflação e sua relação com os diferentes dados antropométricos.

Construir um modelo matemático utilizando as inferências estatísticas e a teoria de conjuntos nebulosos para a predição do correto posicionamento da agulha que opere como dispositivo de segurança de insufladores, usando como parâmetros o volume injetado e a pressão resultante

2 - MÉTODOS

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Taubaté (nº0039/07) e pelo Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Federal de São Paulo (nº1310/07). Todos os pacientes assinaram termo de consentimento livre e esclarecido.

Noventa e um pacientes, sem quaisquer critérios de exclusão, consecutivamente agendados para serem submetidos a procedimentos videolaparoscópicos no Serviço de Cirurgia Geral do Hospital Municipal “José de Carvalho Florence” tiveram a parede abdominal puncionada no hipocôndrio esquerdo, com agulha de Veress visando à criação de pneumoperitônio artificial mediante insuflação de gás carbônico. A agulha de Veress utilizada foi de 12 cm de comprimento e 2 mm de diâmetro externo, de uso permanente, de marca Storz®.

Os pacientes foram submetidos à anestesia geral com intubação oro traqueal e ventilação controlada mecânica. Receberam previamente 0,1 mg/Kg de midazolam trinta minutos antes do ato anestésico. A indução anestésica foi realizada com 2mg/Kg de propofol e 0,5 mcg/Kg de fentanil, e a curarização com 0,5 mg/Kg de atracúrio. Logo após a intubação foi introduzida uma sonda oro gástrica e aspirado o conteúdo do estômago.

Em decúbito dorsal horizontal, e com um proclive de trinta graus, realizou-se a técnica de punção no hipocôndrio esquerdo. Fez-se incisão de 2 mm na pele ao nível do rebordo costal, a cerca de 8 cm da linha mediana, pela qual foi introduzida uma agulha de Veress perpendicularmente à parede abdominal anterior.

Após a punção foram utilizadas cinco provas para testar o posicionamento da ponta da agulha no interior da cavidade peritoneal.

Os testes obedeceram à seguinte seqüência: prova da aspiração – **PA**, da resistência à infusão – **Pres**, da recuperação do líquido infundido – **Prec**, prova do gotejamento **PG**, e a prova da pressão intraperitoneal inicial (**PPII**).

A prova da aspiração (PA) consiste na aspiração com seringa de 10 ml contendo 5 ml de solução salina através da agulha de Veress, a qual era considerada positiva quando qualquer tipo de material se fazia presente na seringa e rotulada como negativa quando nenhum tipo de material se fazia presente na seringa.

Prova da resistência à infusão (Pres): injeção de 5 ml de solução fisiológica através da agulha, verificando-se moderada resistência ao fluir do líquido (prova positiva) ou, ao contrário, constatando-se importante aumento dessa resistência (prova negativa).

Prova da recuperação do líquido infundido (PRec): após a infusão de 5 ml de solução fisiológica, aspirava-se a seringa, considerando-se positiva a prova quando não se recuperava o líquido infundido ou negativa quando todo ou parte do líquido infundido era recuperado.

Prova do gotejamento (PG): após gotejamento no reservatório da agulha, observava-se o desaparecimento imediato das gotas (prova positiva) ou, ao contrário, o acúmulo de líquido no reservatório (prova negativa).

Prova da pressão intraperitoneal inicial (PPII): era considerada positiva (agulha em posição adequada no interior da cavidade peritoneal e com orifício de saída de gás livre de obstrução) caso a pressão fosse igual ou menor que 8 mmHg nos primeiros dez segundos, e considerada negativa (agulha em posição inadequada ou com orifício obstruído) se a pressão fosse maior que esse valor e assim permanecesse por dez segundos.

As Pres, PRec e PG foram realizadas e registradas conforme o protocolo pré-determinado, uma após a outra, quer se mostrassem positivas ou negativas. Após as provas, o insuflador foi regulado para emitir um fluxo de 1,2 L/min e a pressão intraperitoneal máxima foi programada para atingir 12 mmHg. Após a mangueira do insuflador ser conectada à agulha e após a manobra conhecida como “*shaking*” (pequena sacudidela para livrá-la de embaraços no epiplo) este era acionado, sendo então realizada a PPII. Caso a PPII fosse acima de 8 mmHg e assim se mantivesse, era considerada então negativa, o procedimento era rotulado como fracasso e a agulha de Veress retirada e todo o procedimento reiniciado.

Com a PPII positiva, prosseguia-se com a insuflação de gás carbônico até a pressão atingir a marca de 12 mmHg, anotando-se o procedimento como bem sucedido após a introdução do trocater e da óptica laparoscópica no interior da cavidade peritoneal.

Os fracassos na tentativa da alocação da ponta da agulha de Veress foram computados e tabulados. Da mesma forma eventuais complicações tais como: lesões vasculares, enfisema omental e lesões de vísceras ocas e parenquimatosas foram registradas.

No prosseguimento da insuflação de gás carbônico registraram-se as variações da Pressão Intra Peritoneal (PI) e do montante de Volume Insuflado (VI) a partir do momento zero e a cada vinte segundos, até que a PI máxima programada (12 mmHg) fosse atingida, ocasião em que o tempo de duração da insuflação era registrado.

Os resultados dessas provas foram comparados entre os resultados da literatura¹⁸ para grupos com critérios de exclusão definidos – IMC <30, sem intervenções cirúrgicas ou afecções intraperitoneais prévias - e entre o grupo e os subgrupos estudados considerando as variáveis correlacionadas como sexo, intervenções cirúrgicas prévias ou não, e três grupos de IMC (<25, ≥25<30, ≥30).

Os resultados (positividade ou a negatividade) das provas foram considerados para cálculo da sensibilidade (S) e da especificidade (E) de cada uma das provas, assim como também seus valores preditivos positivos (VPP) e valores preditivos negativos (VPN), segundo as formulas: $S = [a/(a+c)] \times 100\%$; $E = [d/(b+d)] \times 100\%$; $VPP = [a/(a+b)] \times 100\%$; $VPN = [d/(c+d)] \times 100\%$.

Tabela 1- Tabela de contingência para o calculo da sensibilidade (S), da especificidade (E), e dos valores preditivos positivos (VPP) e valores preditivos negativos(VPN).

Resultados	Ponta da agulha em peritônio livre		Total
	Presente	Ausente	
Prova positiva	a verdadeiro-positivo	b falso-positivo	a+b provas positivas
Prova negativa	c falso-negativo	d verdadeiro-negativo	c+d provas negativas
Total	a+c casos positivos	b+d casos negativos	a+b+c+d casos

A sensibilidade (S) das provas realizadas foi definida como a proporção dos pacientes comprovadamente portadores da condição investigada capazes de serem detectados pelas provas, segundo a fórmula:

$$S = [\text{verdadeiro-positivos} / (\text{verdadeiro-positivos} + \text{falso-negativos})] \times 100\%.$$

A verificação de que o paciente era de fato portador da condição investigada foi conferida pela efetiva criação do pneumoperitônio artificial, diagnosticado por visão direta através de óptica laparoscópica introduzida na cavidade peritoneal.

A especificidade (E) das provas foi definida como sendo a proporção dos pacientes sem a condição que foram corretamente diagnosticados como tal mediante a realização da prova, segundo a fórmula:

$$E = [\text{verdadeiro-negativos}/(\text{verdadeiro-negativos} + \text{falso-positivos})] \times 100\%.$$

A verificação de que o paciente não era de fato portador da condição foi conferida pela impossibilidade efetiva de se insuflar a cavidade peritoneal.

Foi considerado como o valor preditivo positivo (VPP) a probabilidade da agulha estar bem posicionada entre os resultados positivos de uma prova. O valor preditivo negativo (VPN) foi a probabilidade da agulha estar de fato mal posicionada entre os resultados negativos de uma prova. Ambos os valores prestaram-se para a avaliação da confiabilidade dos resultados das provas e foram calculados mediante as seguintes equações:

$$\text{VPP} = [\text{verdadeiro-positivos}/(\text{verdadeiro-positivos} + \text{falso-positivos})] \times 100\%;$$

$$\text{VPN} = [\text{verdadeiro-negativos}/(\text{verdadeiro-negativos} + \text{falso-negativos})] \times 100\%.$$

Estudou-se a existência de correlação entre as variáveis pressão intraperitoneal e volume injetado nos pacientes do grupo como um todo, dentro de um limite de confiança de 95%.

Foi ainda pesquisada a possibilidade de estimação do valor das variáveis dependentes (pressão intraperitoneal e montante do volume injetado) a partir da variável independente (momentos pré-determinados da insuflação – de 20 em 20 segundos) para o grupo total, e para cada subgrupo de sexo, IMC, cirurgia prévia ou não. Para tal, foram construídos modelos de regressão polinomiais de 1º, 2º e 3º grau da relação pressão x tempo e volume x tempo, e o melhor grau de ajuste foi determinado por análise de resíduos e do coeficiente de explicação (R^2). Foram construídos intervalos com nível de 95% de confiança para cada coeficiente estimado pelo modelo.

As variáveis qualitativas foram representadas por frequência absoluta e relativa e as quantitativas por média, desvio padrão e valores mínimos e máximos.

A equivalência ou não entre os grupos de estudo em relação às curvas de regressão pressão x tempo e volume x tempo foi estabelecida pelo estudo da ocorrência ou não da sobreposição dos intervalos de confiança ($IC_{95\%}$). Foi

estudada a existência de correlação entre volume e pressão, independentemente de tempo. Foram construídas curvas de regressão com o volume como variável fixa e a pressão como dependente, para o grupo controle¹⁸ e o grupo total (presente estudo), e suas curvas comparadas. Curvas de regressão para cada um dos subgrupos (IMC, cirurgia prévia ou não e sexo) também foram construídas e comparadas.

Adicionalmente, foram criados e analisados gráficos entre volume e pressão do conjunto total de dados utilizando-se o Sistema de Inferência Fuzzy Neural Adaptativo – ANFIS (Adaptive Neural Fuzzy Inference System) do programa MATLAB®. Este sistema^{32,33}, agrupa e relaciona conjuntos de dados de duas ou mais variáveis através do gradiente descendente de retro-propagação e método dos mínimos quadrados para estabelecer esta relação. O sistema ANFIS emprega o modelo *fuzzy* Takagi-Sugeno-Kang (TSK).

A idéia essencial³⁴ da modelo *fuzzy* TSK é o particionamento do espaço de entrada em áreas *fuzzy* e a aproximação de cada área através de um modelo linear. Desta forma é possível computar um modelo global não-linear através de modelos locais lineares. Caracteriza-se um conjunto de regras <SE - ENTÃO> onde a parte consequente são submodelos lineares, que descrevem o comportamento dinâmico enquanto que a parte antecedente é encarregada da interpolação desses subsistemas. O modelo global é então obtido pela interpolação entre os vários modelos locais. O modelo TSK pode ser representado da seguinte forma:

$$R^{(j)}: \text{SE } < z_1 \text{ É } A_1^j > \text{E} \dots \text{E } < z_m \text{ É } A_m^j > \text{ENTÃO } g_j = w_0^j + w_1^j u_1^j + \dots + w_g^j u_g^j.$$

A componente <SE afirmação> define a parte da premissa da regra e emprega termos linguísticos na forma de proposição, < $z_i \text{ É } A_i^j$ >, enquanto que as < ENTÃO funções > constituem a parte consequente da j-ésima regra do sistema fuzzy que está caracterizado, mas não limitado, como sendo um polinômio linear de primeira ordem, $g^j = w_0^j + w_1^j u_1^j + \dots + w_g^j u_g^j$. O vetor $z = [z_1, \dots, z_m]^T$ representa a entrada da premissa, e a dimensão do espaço de premissa é m. Os termos A_1^j são rótulos linguísticos de conjuntos difusos. A j-ésima regra de saída, $g^j = f(u^j, w^j)$, é função do consequente do vetor de entrada, $u = [u_1^j, \dots, u_g^j]^T$, compreendendo g_j termos e o vetor do coeficiente polinomial, $w = [w_1^j, \dots, w_g^j]^T$, que compõe o conjunto dos parâmetros consequentes.

ANFIS é um dos mais utilizados sistemas *fuzzy* de inferência do tipo TSK. O sistema de treinamento utiliza um algoritmo híbrido de aprendizado para identificar

parâmetros de inferência. Aplica uma combinação dos métodos dos mínimos quadrados e do gradiente descendente de retro propagação para treinamento dos parâmetros das funções de pertinência de um sistema *fuzzy*, para emular um determinado conjunto de dados para análise.

Existem restrições³⁵ para a utilização do ANFIS. Ele somente se aplica em sistemas tipo TSK que tenham as seguintes características:

- serem sistemas TSK de primeira ou zero ordens;
- ter uma saída única obtida na *defuzzificação* pela média dos pesos;
- todas as funções de pertinência de saída devem ser do mesmo tipo e serem lineares ou constantes;
- regras diferentes não podem dividir a mesma função de pertinência de saída, ou seja, o numero de funções de pertinência de saída devem ser igual ao número de regras.
- ter peso unitário para cada regra.

O ANFIS não pode aceitar adaptações particulares nas funções de pertinência na inferência além das oferecidas no programa, isto é, não permite criar funções de pertinência ou *defuzzificação* diferentes das oferecidas.

Obedecendo as restrições elencadas, todos os dados dos pacientes foram organizados em uma matriz onde as linhas registravam as variáveis estudadas (sexo, IMC, presença ou não de cirurgia) junto com os valores medidos de volume e a correspondente pressão. Nas colunas foram identificadas as variáveis. A matriz resultante tinha 1415 linhas por 6 colunas. Esta foi então transferida para o MATLAB, onde foi novamente dividida, inicialmente em duas colunas (volume e pressão) por 1415 linhas no estudo das relações destas duas variáveis. Os dados sofreram permuta aleatória, com o intuito de manter persistência do sinal de excitação e garantir que todos os indivíduos fossem representados nas etapas de treinamento e teste.

Estudaram-se as diferentes funções de pertinência na representação do mapeamento volume-pressão, assim como aquele produzido por agrupamento subtrativo. Estudou-se também o comportamento dos mapeamentos ao se utilizar equações de primeira ordem e de ordem zero no consequente da regra do sistema difuso.

Para comparar as diferentes funções obtidas, utilizou-se o coeficiente de determinação, R^2 , de cada um dos estudos.

Com a equação estatística de previsão da PI e do VI de acordo com as diferentes co-variáveis de IMC, sexo e cirurgia prévia foram criados variáveis de entrada na construção de um sistema fuzzy de suporte de decisões.

Três métodos foram utilizados. O primeiro foi construído a partir da inferência estatística. O segundo, pelo conhecimento gerado através de pesquisa na literatura (heurístico). Foi construído também, para comparação, um sistema de suporte à decisão utilizando-se o ANFIS, gerado diretamente dos dados, colocando-se como variável de saída o fluxo observado no experimento.

Para obedecer às etapas fundamentais³⁰ na construção de um sistema de suporte de decisões utilizando a lógica *fuzzy*, foram colocadas como entradas as variáveis VI e PI. Utilizou-se para particionar estes dois universos de discurso os termos lingüísticos *inicial*, *intermediário* e *final* para volume injetado, e *inicial*, *intermediária* e *final* para a pressão auferida. A curva de regressão entre volume e pressão do grupo total foi subdividida em três agrupamentos (clusters) que corresponderam no eixo horizontal de volume e no vertical da saída pressão às variáveis lingüísticas já elencadas.

As regras construídas traduziram o conhecimento heurístico (Mamdani) prévio de que a baixos volumes devem corresponder baixas pressões, se a ponta da agulha estiver no local correto o que implica em fluxo de infusão de CO₂ normal. Na clássica construção SE ENTÃO (If - Then) **SE** o volume é *INICIAL* **E** a pressão é *INICIAL* **ENTÃO** o fluxo é *NORMAL*. Foram geradas nove regras:

SE o volume é inicial E a pressão é inicial ENTÃO fluxo é Normal

SE o volume é inicial E a pressão é intermediária ENTÃO fluxo é Baixo

Se o volume é inicial E a pressão é final ENTÃO fluxo é Nenhum

Se o volume é intermediário E a pressão é inicial ENTÃO fluxo é Baixo

Se o volume é intermediário E a pressão é intermediária ENTÃO fluxo é Normal

Se o volume é intermediário E a pressão é final ENTÃO fluxo é Baixo

Se o volume é final E a pressão é inicial ENTÃO fluxo é Nenhum

Se o volume é final E a pressão é intermediária ENTÃO fluxo é Baixo

Se o volume é final E a pressão é final ENTÃO fluxo é Normal

A saída, ou *defuzzificação*, foi realizada por termos lingüísticos como Normal, Baixo e Nenhum, relacionada ao posicionamento da agulha. No modelo Tagaki-Sugeno-Kang os termos corresponderiam a valores numéricos: Normal = 1,2 L/min., Baixo = 0,3 L/min. e Nenhum = 0 L/min.

Tabela 2- Estatística descritiva dos pacientes estudados.

Variável	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
Idade (anos)	91	47,92	15,06	16	46	86
Peso (kg)	91	69,47	12,59	48	69,05	118,5
Altura (m)	91	1,64	0,07	1,42	1,645	1,84
IMC	91	26,16	4,97	18,37	25,71	48,11

Tabela 3. Frequência e Percentual

Variável		N	%
Sexo	F	69	75,8
	M	22	24,2
	Total	91	100
ASA	I	36	39,6
	II	52	57,1
	III	3	3,3
	Total	91	100
Cirurgia Prévia	N	60	65,9
	S	31	34,1
	Total	91	100
Faixa de IMC	<25	40	44,0
	(25; 30)	34	37,4
	≥30	17	18,7
	Total	91	100

3 - RESULTADOS

Não ocorreram complicações nas punções realizadas nesta pesquisa. Ocorreram 13 fracassos (tabela 1) que foram detectados todos pela **PPII**, tendo as outras provas deixado passar 6 a 7 falsos positivos. Quando comparados os resultados quanto à sensibilidade e especificidade das provas de posicionamento da ponta da agulha antes da insuflação, os mesmos foram equivalentes aos do grupo de Azevedo, pois os intervalos de confiança se sobrepuseram.

Tabela 4-Numero de fracassos das provas de posicionamento da ponta da agulha de Veress na cavidade

Provas (n=91)	Provas negativas (posicionamento inadequado da agulha de Veress)		
	Número	Proporção %	IC _{95%}
Aspiração	0	0	—
Resistência	0	0	—
Recuperação	6	6,59	[0,013; 0,092]
Gotejamento	5	5,49	[0,011; 0,039]
Pressão Peritoneal Inicial	13	14,29	[0,028; 0,1006]
Fracassos	13	14,29	[0,028; 0,1006]

Tabela 5- Cálculo da sensibilidade (S), especificidade (E), valor preditivo positivo (VPP) e valor preditivo negativo (VPN) da prova da aspiração (PA)

Aspiração	Posicionamento da ponta da agulha			
	Presença de iatrogenia		Ausência de iatrogenia	
	n	%	n	%
Positivo	0	0,0	0	0,0
Negativo	0	0,0	91	100,0
Total	0	0,0	91	100,0

S=não se aplica; E= 100%; VPP= não se aplica ; VPN= 100%

A tabela acima teve uma construção diferente das demais devido ao objetivo da prova, que visa à detecção de punção de vaso ou víscera (iatrogenia), e não do correto posicionamento intraperitoneal.

Tabela 6 – Cálculo da sensibilidade (S), especificidade (E), valor preditivo positivo (VPP) e valor preditivo negativo (VPN) da prova da resistência à infusão (PRes).

Resistência à infusão	Posicionamento da agulha			
	Bem posicionada		Mal posicionada	
	n	%	n	%
Positivo (sucesso)	78	85,71	13	14,29
Negativo (fracasso)	0	0,0	0	0,0
Total	78	85,71	13	14,29

S=100% ; E= 0; VPP= 85,71% VPN= não se aplica

Tabela 7 - Cálculo da sensibilidade (S), especificidade (E), valor preditivo positivo (VPP) e valor preditivo negativo (VPN) da prova da recuperação (PRec).

Recuperação	Posicionamento da agulha			
	Bem		Mal	
	posicionada		posicionada	
	n	%	n	%
Positivo (sucesso)	78	85,71	6	6,59
Negativo (fracasso)	0	0,0	7	7,69
Total	78	85,71	13	14,29

S= 100%; E= 53,84%; VPP= 92,85%; VPN= 100%

Tabela 8 - Cálculo da sensibilidade (S), especificidade (E), valor preditivo positivo (VPP) e valor preditivo negativo (VPN) da prova do gotejamento (PG)

Gotejamento	Posicionamento da agulha			
	Bem		Mal	
	posicionada		posicionada	
	n	%	n	%
Positivo (sucesso)	78	85,71	5	5,49
Negativo (fracasso)	0	0,0	8	8,80
Total	78	85,71	13	14,29

S= 100%; E= 61,53%; VPP= 93,97% VPN= 100%.

Tabela 9 - Cálculo da sensibilidade (S), especificidade (E), valor preditivo positivo (VPP) e valor preditivo negativo (VPN) da prova da pressão intraperitoneal inicial(PPII)

Pressão inicial	Posicionamento da agulha			
	Bem		Mal	
	posicionada		posicionada	
	n	%	n	%
Positivo (sucesso)	78	100,0	0	0,0
Negativo (fracasso)	0	0,0	13	100,0
Total	78	85,71	13	14,29

S= 100%; E= 100%; VPP= 100%; VPN= 100%.

Constatou-se que não houve evidência estatística de diferença entre as médias de tempo para atingir a pressão de 12 mmHg em função da sobreposição dos intervalos de confiança entre o grupo estudado e o grupo de Azevedo(2004),como demonstrado a seguir.

Quanto aos valores das variáveis dependentes (pressão intraperitoneal e montante do volume injetado) ao longo do tempo de insuflação do pneumoperitônio, houve diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos no que se refere às relações volume x tempo e à pressão x tempo expressadas pelas curvas de regressão cujas constantes estão representadas nas tabelas abaixo.

Comparação das curvas de regressão produzidas por Azevedo e pelo experimento atual.

Pressão x Tempo

Tabela10- Coeficientes e intervalos de confiança → grupo Experimento(2008)

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	4,007	(3,766; 4,248)
Tempo	0,045	(0,041; 0,049)
Tempo ²	-0,0001	(-0,00013; -0,00009)
Tempo ³	$8,9 \times 10^{-8}$	$(6,8 \times 10^{-8}; 1,1 \times 10^{-7})$

Tabela 11 - Coeficientes e intervalos de confiança → Azevedo(2004)

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	2,814	(2,402; 3,2267)
Tempo	0,027	(0,015; 0,037)
Tempo ²	0,0001	$(-5,46 \times 10^{-6}; 0,0001)$
Tempo ³	$-2,8 \times 10^{-7}$	$(-3,5 \times 10^{-7}; -7,4 \times 10^{-8})$

Volume x Tempo

Tabela 12. Coeficientes e intervalos de confiança → grupo experimento(2008)

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	0,221	(0,175; 0,267)
Tempo	0,0042	(0,0040; 0,0044)

Tabela 13. Coeficientes e intervalos de confiança → Azevedo(2004)

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	0,161	(0,108; 0,214)
Tempo	0,0155	(0,0152; 0,0158)

Constatadas as diferenças entre os dois grupos, passamos a estudar em relação aos diferentes subgrupos.

Comparação entre as curvas de regressão dentro do grupo experimento de acordo com cada subgrupo.

Pressão x Tempo

O melhor ajuste encontrado para variável pressão em relação ao tempo foi:

Tabela 14. Modelos por grupo

	R2	Constante	b1	b2	b3
Total	0,54	4,01	0,04	-0,0001	8,9E-08
F	0,52	4,18	0,04	-0,0001	8,1E-08
M	0,62	3,39	0,05	-0,0001	1,3E-07
<25	0,56	3,31	0,05	-0,0001	8,6E-08
[25; 30)	0,52	4,49	0,04	-0,0001	6,8E-08
≥30	0,62	4,63	0,05	-0,0001	1,3E-07
Cirurgia Prévia = Não	0,54	3,94	0,05	-0,0001	8,9E-08
Cirurgia Prévia = Sim	0,56	4,09	0,04	-0,0001	1,1E-07

Tabela 15. Coeficientes e intervalos de confiança → total

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	4,007	(3,766; 4,248)
Tempo	0,045	(0,041; 0,049)
Tempo ²	-0,0001	(-0,00013; -0,00009)
Tempo ³	8,9E-08	(6,8E-08; 1,1E-07)

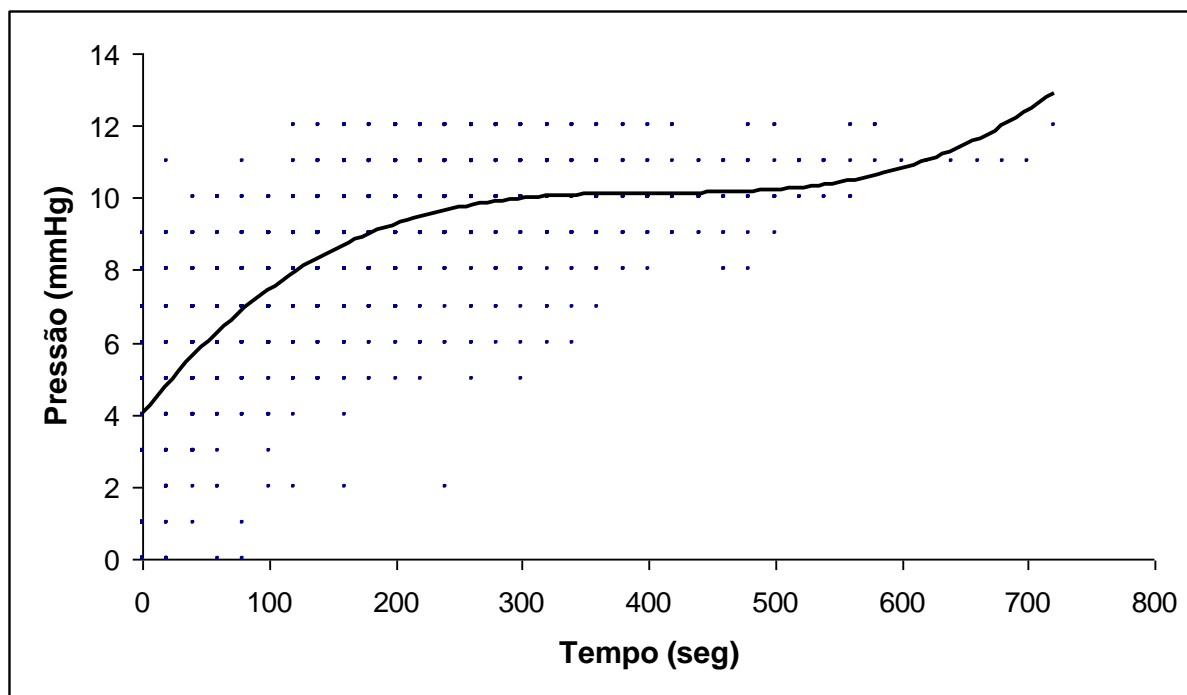


Figura 2. Pressão Total = $4,01 + 0,04 \cdot \text{Tempo} - 0,0001 \cdot \text{Tempo}^2 + 8,8\text{E-}08 \cdot \text{Tempo}^3$
($R^2 = 54\%$)

Estudo Pressão/Tempo comparativo em relação ao sexo

Tabela 16. Coeficientes e intervalos de confiança → sexo = Feminino

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	4,185	(3,901; 4,468)
Tempo	0,043	(0,038; 0,047)
Tempo ²	-0,0001	(-0,00012; -0,00008)
Tempo ³	8,1E-08	(5,7E-08; 1,0E-07)

Tabela 17 - Coeficientes e intervalos de confiança → sexo = Masculino

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	3,390	(2,929; 3,85)
Tempo	0,053	(0,045; 0,061)
Tempo ²	-0,0001	(-0,00018; -0,0001)
Tempo ³	1,3E-07	(7,9E-08; 1,8E-07)

Pode-se observar que há sobreposição dos intervalos de confiança, com isso não há evidência estatística de diferença significativa entre as curvas

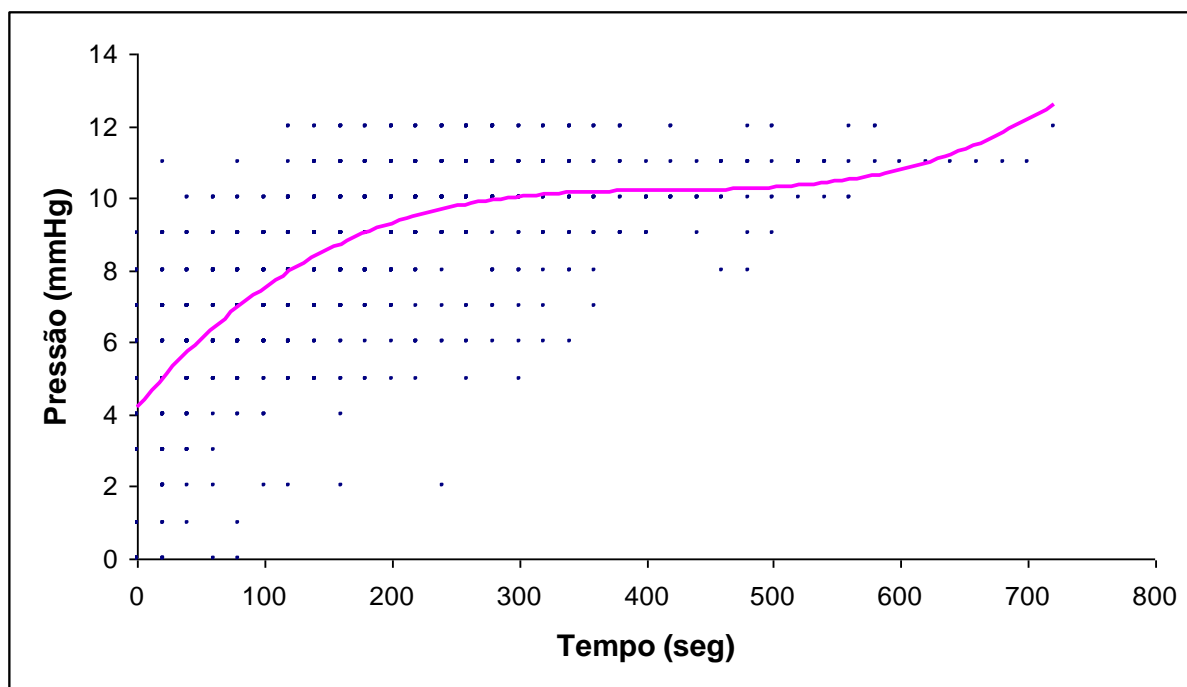


Figura 3. $\text{Pressão}_F = 4,19 + 0,04 \cdot \text{Tempo} - 0,0001 \cdot \text{Tempo}^2 + 8,1\text{E-}08 \cdot \text{Tempo}^3$ ($R^2 = 52\%$)

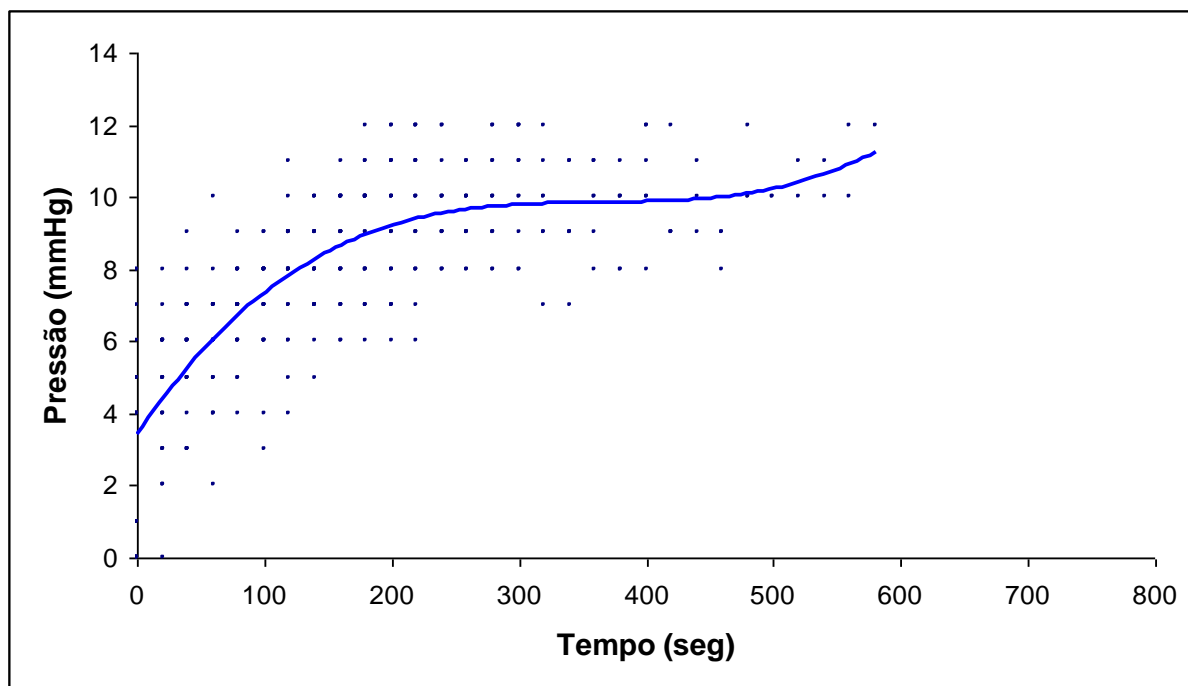


Figura 4. Pressão_M = $3,39 + 0,05 \cdot \text{Tempo} - 0,0001 \cdot \text{Tempo}^2 + 1,3\text{E-}07 \cdot \text{Tempo}^3$ ($R^2 = 62\%$)

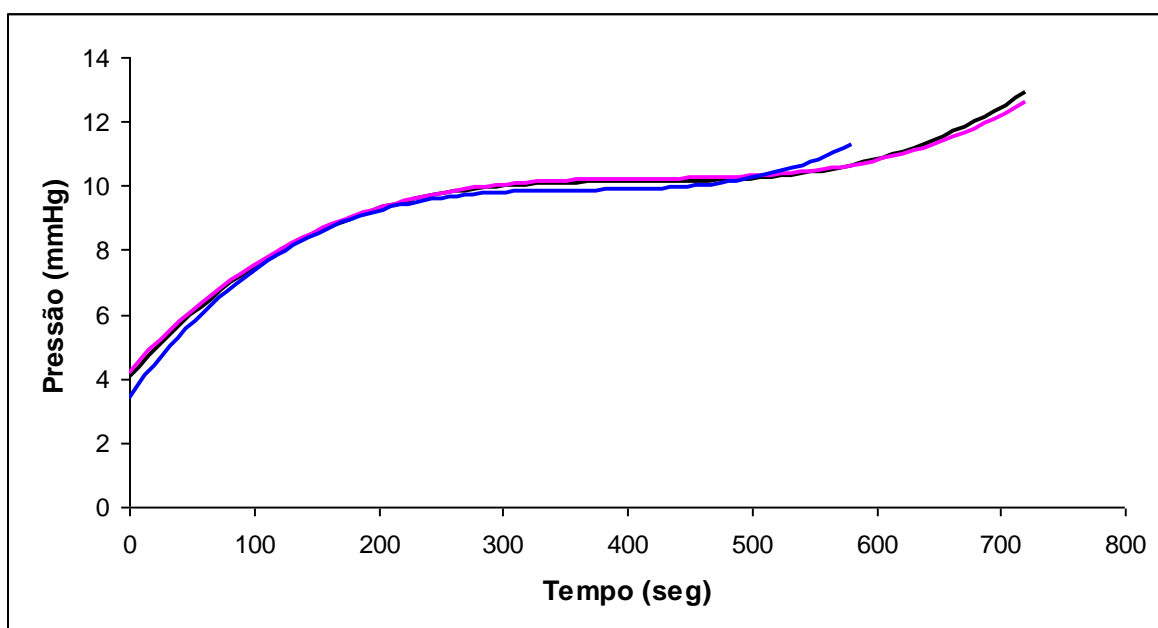


Figura 5. Curvas de PI x tempo para M = ---, F = --- e Total = ---.

Estudo Pressão x Tempo e Índices de Massa Corporal

Tabela 18. Coeficientes e intervalos de confiança → IMC < 25

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	3,305	(2,873; 3,738)
Tempo	0,050	(0,041; 0,06)
Tempo ²	-0,0001	(-0,00018; -0,00006)
Tempo ³	8,6E-08	(-4,6E-09; 1,8E-07)

Tabela 19 - Coeficientes e intervalos de confiança → IMC – [25; 30)

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	4,488	(4,118; 4,858)
Tempo	0,037	(0,031; 0,043)
Tempo ²	-0,0001	(-0,00011; -0,00006)
Tempo ³	6,8E-08	(4,2E-08; 9,4E-08)

Tabela 20. Coeficientes e intervalos de confiança → IMC ≥ 30

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	4,635	(4,162; 5,108)
Tempo	0,047	(0,038; 0,056)
Tempo ²	-0,0001	(-0,00018; -0,00009)
Tempo ³	1,3E-07	(6,8E-08; 1,9E-07)

Pode-se observar que não há evidência estatística de diferença significativa entre as curvas pois há sobreposição dos intervalos de confiança.

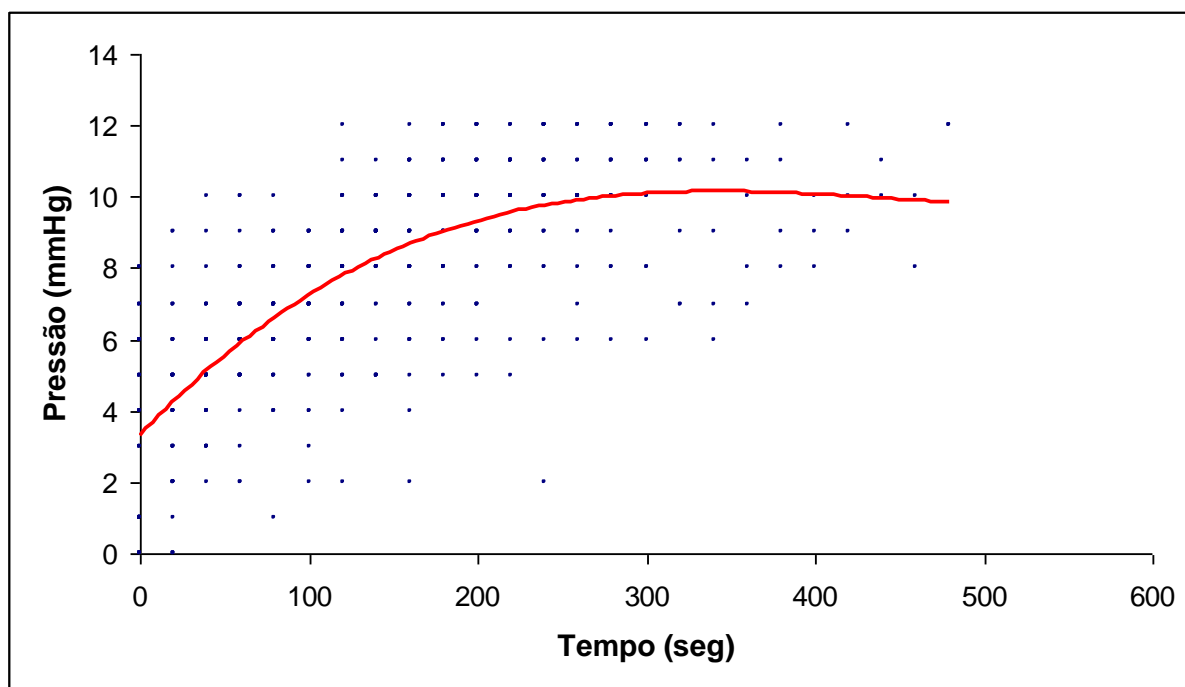


Figura 6. Pressão x tempo (IMC<25) = $3,31 + 0,05 \cdot \text{Tempo} - 0,0001 \cdot \text{Tempo}^2 + 8,6E-08 \cdot \text{Tempo}^3$ ($R^2 = 56\%$)

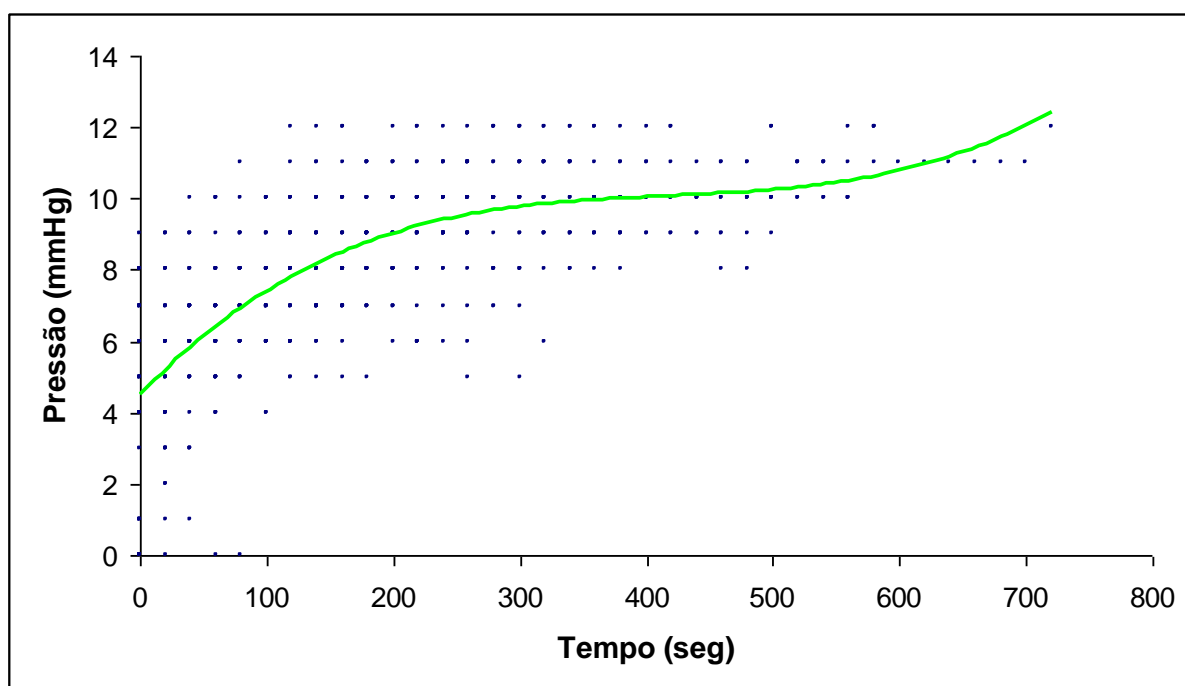


Figura 7. Pressão(25-30)= $4,49 + 0,04 \cdot \text{Tempo} - 0,0001 \cdot \text{Tempo}^2 + 6,8E-08 \cdot \text{Tempo}^3$ ($R^2 = 52\%$)

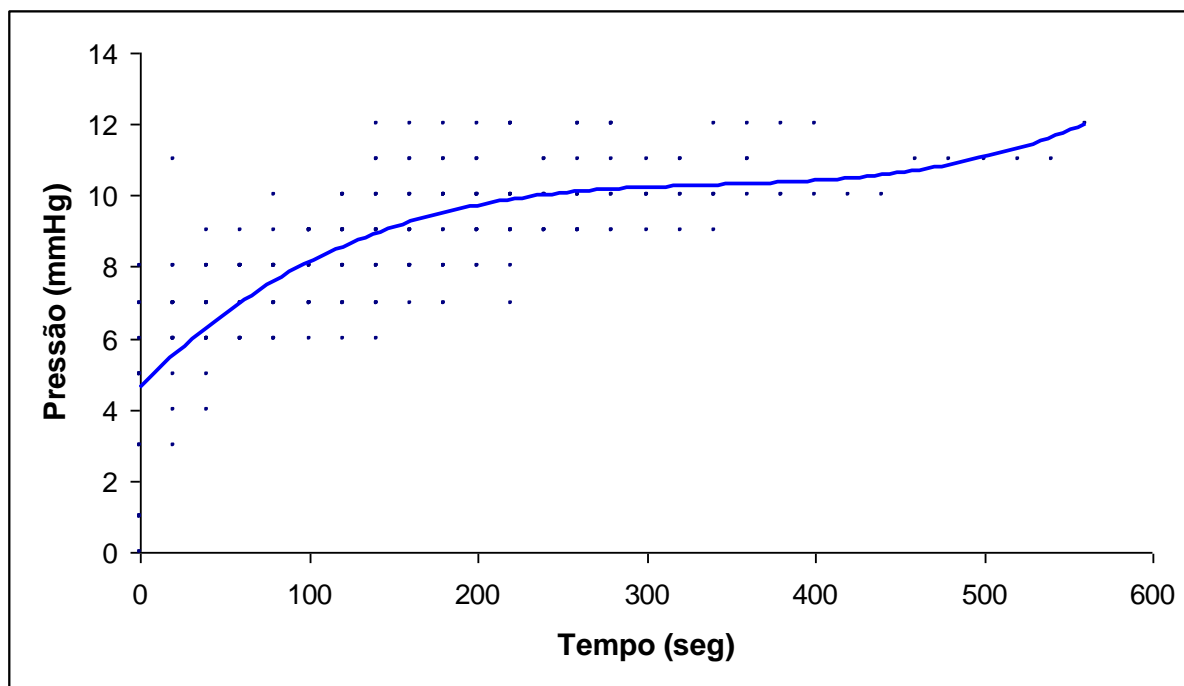


Figura 8. Pressão (≥ 30) = $4,64 + 0,05 \cdot \text{Tempo} - 0,0001 \cdot \text{Tempo}^2 + 1,3E-07 \cdot \text{Tempo}^3$ ($R^2 = 62\%$)

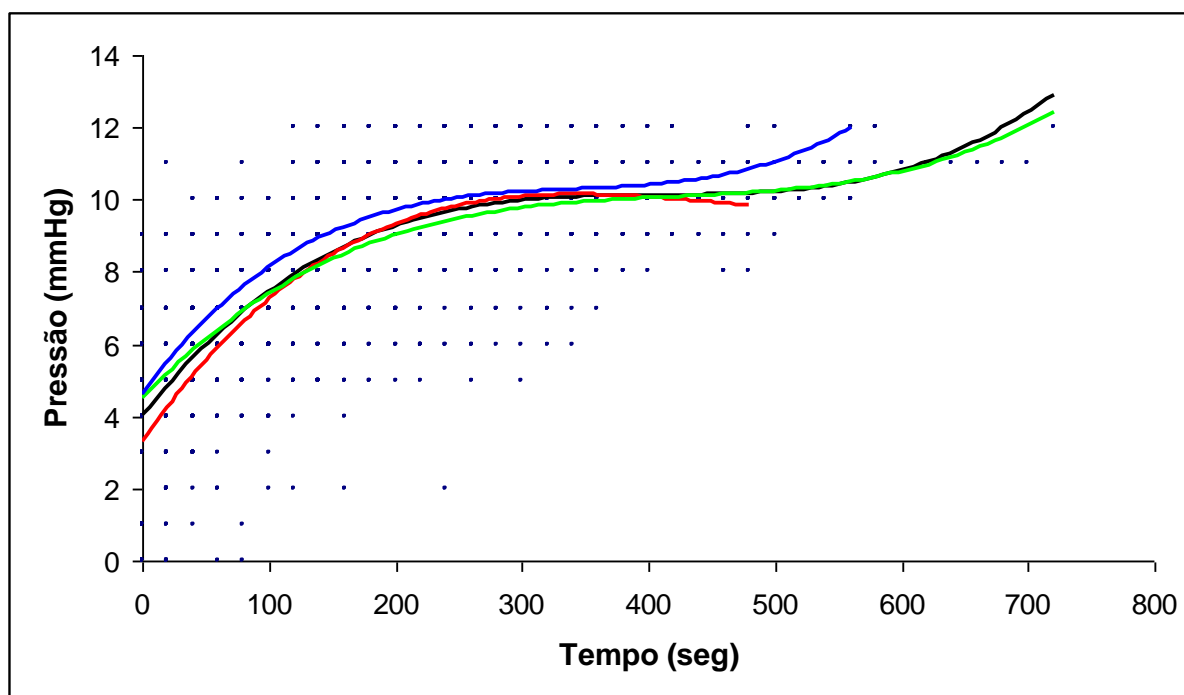


Figura 9. Pressão por Faixas de IMC, <25 = ---, (25-30) = ---, >30 = --- e Total = ---.

Estudo de Pressão xTempo e presença ou não de intervenção cirúrgica prévia

Tabela 21. Coeficientes e intervalos de confiança → Cirurgia Prévia = Não

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	3,938	(3,635; 4,241)
Tempo	0,045	(0,041; 0,05)
Tempo ²	-0,0001	(-0,00013; -0,00009)
Tempo ³	8,9E-08	(6,5E-08; 1,1E-07)

Tabela 22. Coeficientes e intervalos de confiança → Cirurgia Prévia = Sim

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	4,089	(3,682; 4,497)
Tempo	0,045	(0,037; 0,052)
Tempo ²	-0,0001	(-0,00016; -0,00008)
Tempo ³	1,1E-07	(5,6E-08; 1,6E-07)

Pode-se observar que não há evidência estatística de diferença significativa entre as curvas, pois há sobreposição dos intervalos de confiança.

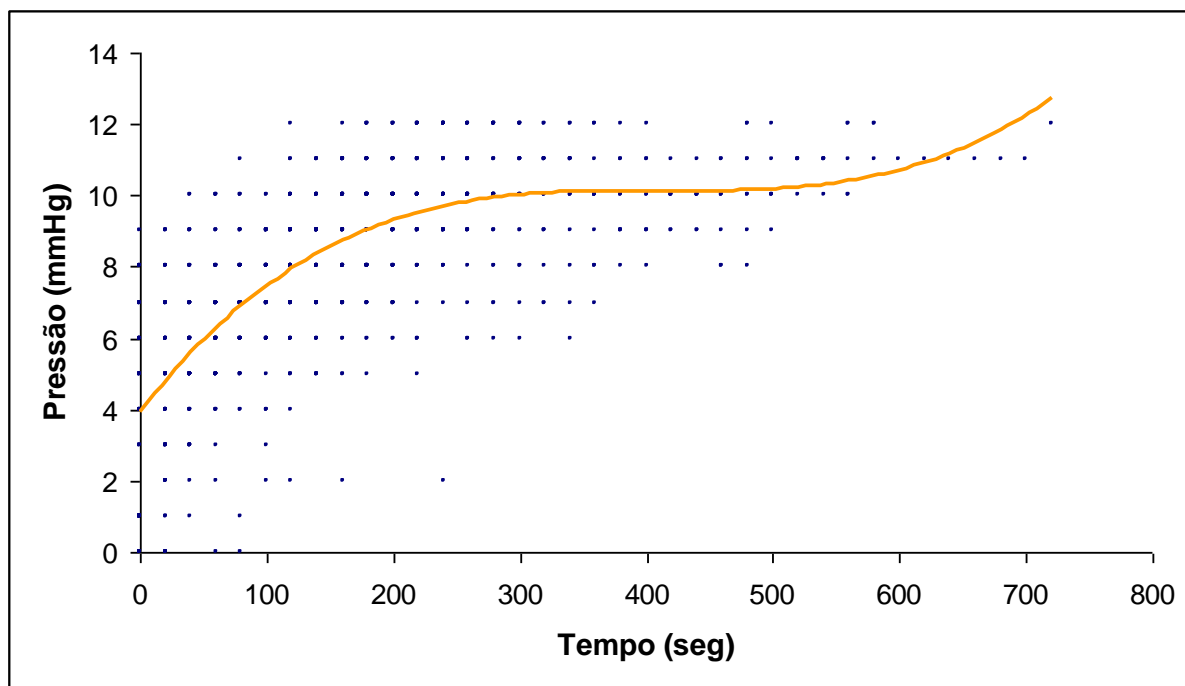


Figura 10 $\text{Press\~ao(N\~ao)} = 3,94 + 0,05 \cdot \text{Tempo} - 0,0001 \cdot \text{Tempo}^2 + 8,9\text{E-}08 \cdot \text{Tempo}^3$
 $(R^2 = 54\%)$

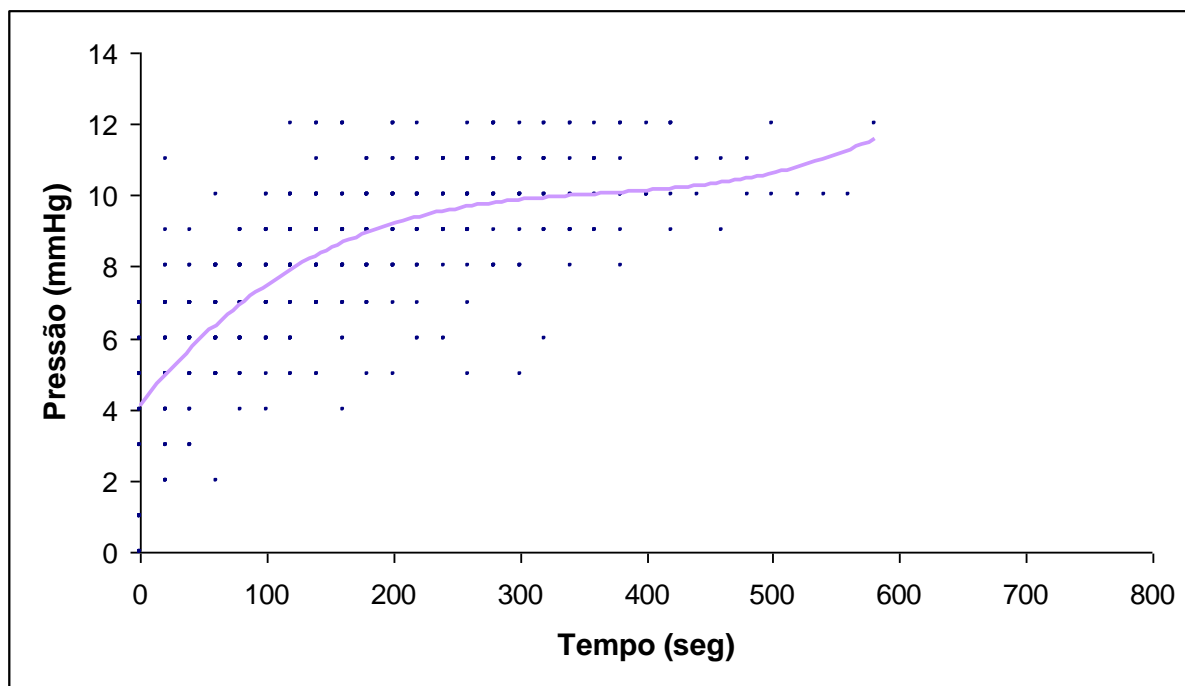


Figura 11. $\text{Press\~ao(Sim)} = 4,09 + 0,04 \cdot \text{Tempo} - 0,0001 \cdot \text{Tempo}^2 + 1,1\text{E-}07 \cdot \text{Tempo}^3$
 $(R^2 = 56\%)$

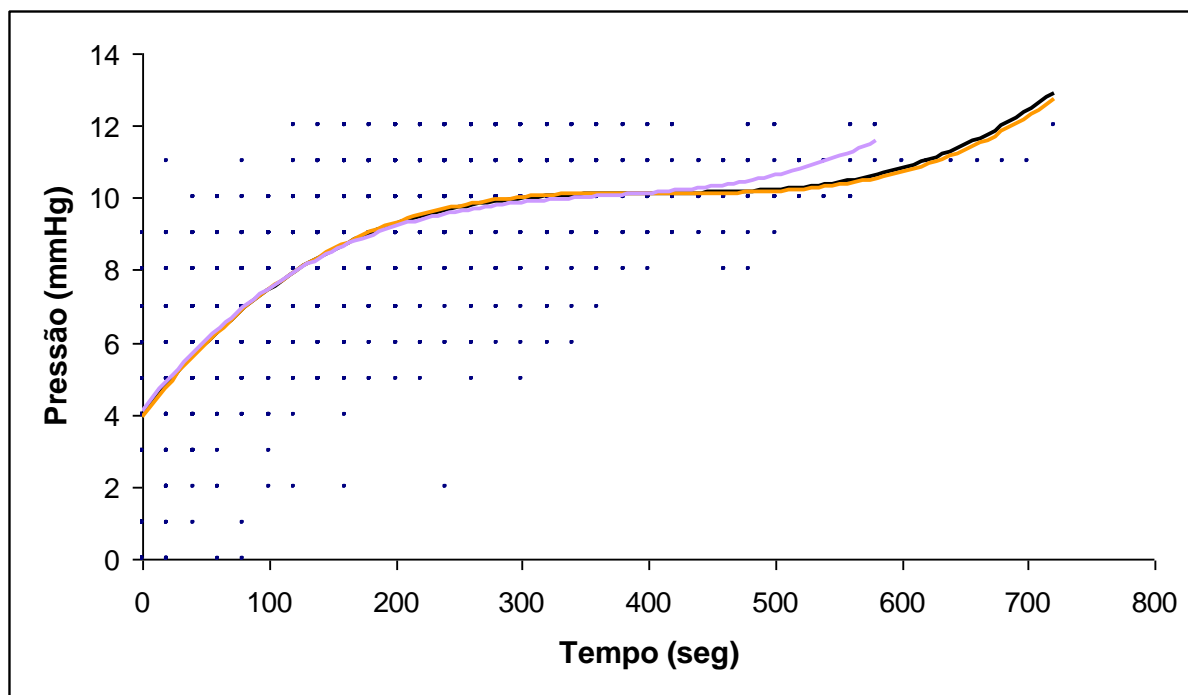


Figura 12. Pressão por Cirurgia Prévia

Estudo das relações Volume/Tempo do grupo experimento.

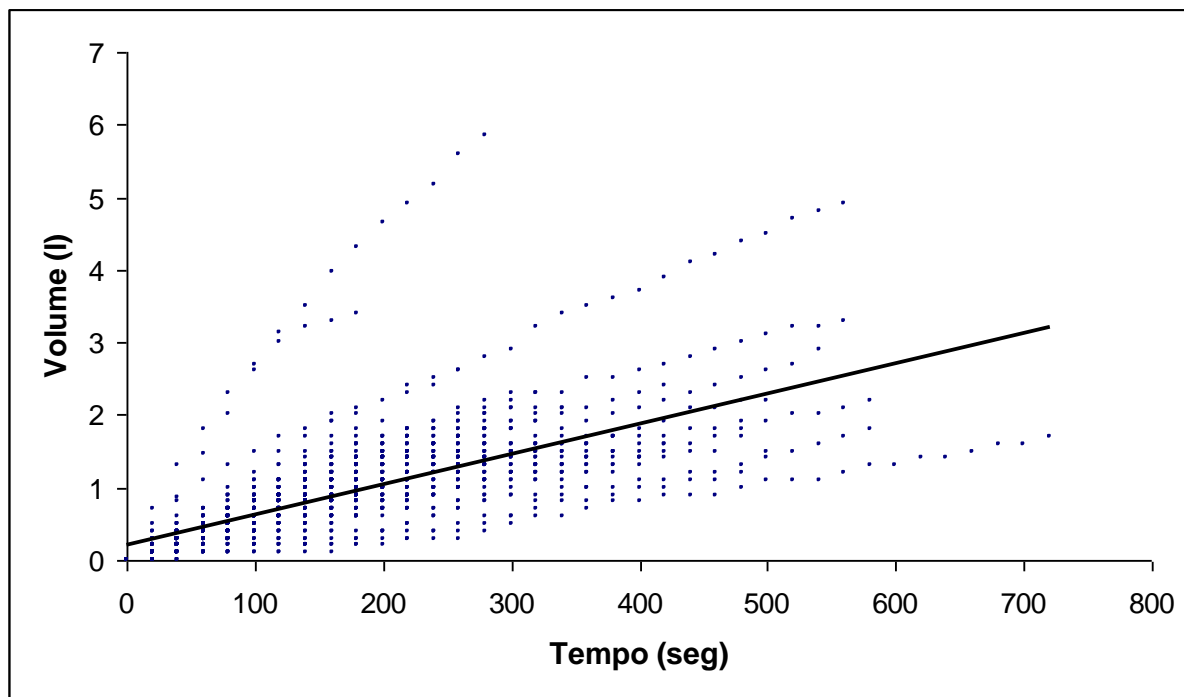
O melhor ajuste encontrado para variável Volume foi:

Tabela 23 Modelos por grupo

Grupo	R^2	Constante	T
Total	0,50	0,22	0,0042
F	0,47	0,25	0,0037
M	0,62	0,13	0,0056
<25	0,57	0,18	0,0047
(25; 30)	0,52	0,20	0,0037
≥ 30	0,50	0,13	0,0060

Tabela 24. Coeficientes e intervalos de confiança → total

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	0,221	(0,175; 0,267)
Tempo	0,004	(0,004; 0,004)

Figura 13. $\text{Volume} = 0,22 + 0,0042 \cdot \text{Tempo}$ ($R^2 = 50\%$)

Estudo da relação Volume/Tempo em relação ao sexo

Tabela 25. Coeficientes e intervalos de confiança → sexo = Feminino

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	0,250	(0,2; 0,3)
Tempo	0,004	(0,003; 0,004)

Tabela 26. Coeficientes e intervalos de confiança → sexo = Masculino

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	0,125	(0,028; 0,223)
Tempo	0,006	(0,005; 0,006)

Pode-se observar que não há sobreposição dos intervalos de confiança, com isso há evidência estatística de diferença significativa entre as curvas.

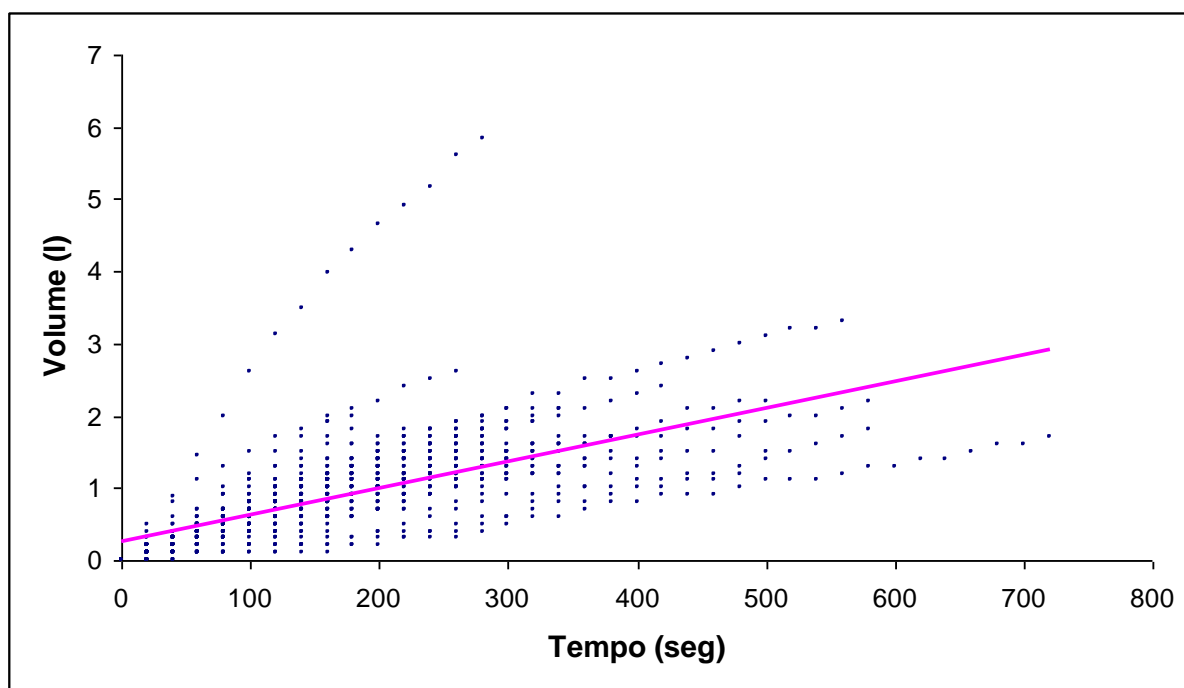


Figura 14 $\text{Volume}_F = 0,25 + 0,0037 \cdot \text{Tempo}$ ($R^2 = 47\%$)

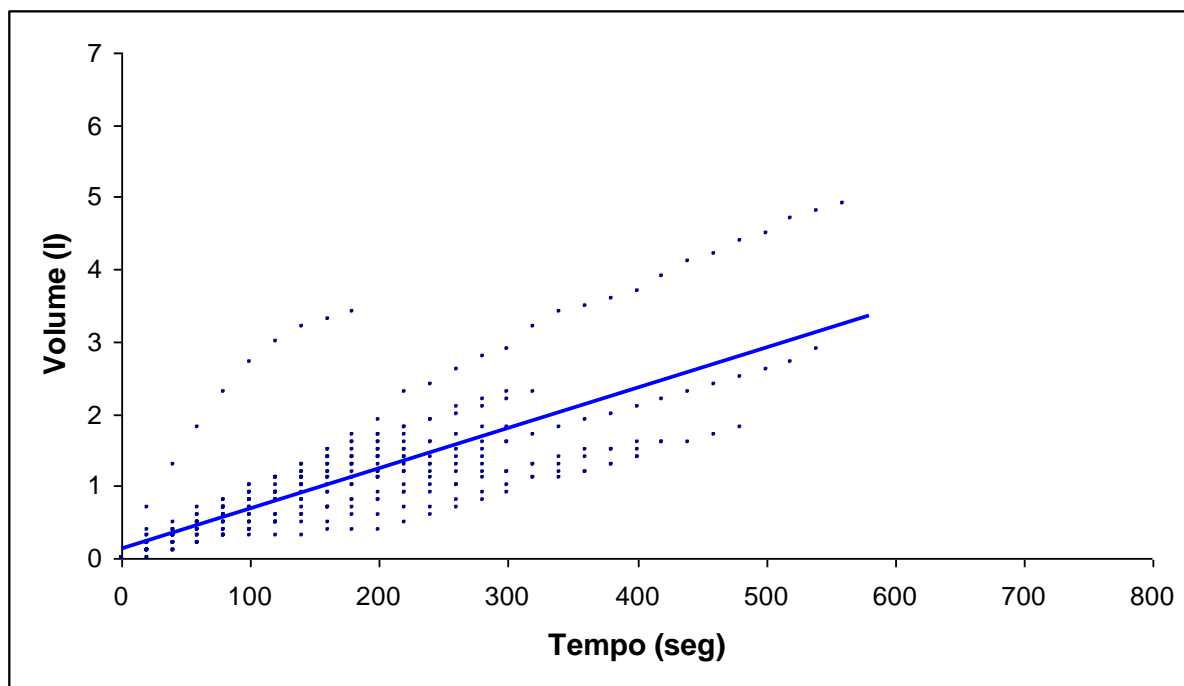


Figura 15. $\text{Volume_M} = 0,13 + 0,0056 \cdot \text{Tempo}$ ($R^2 = 62\%$).

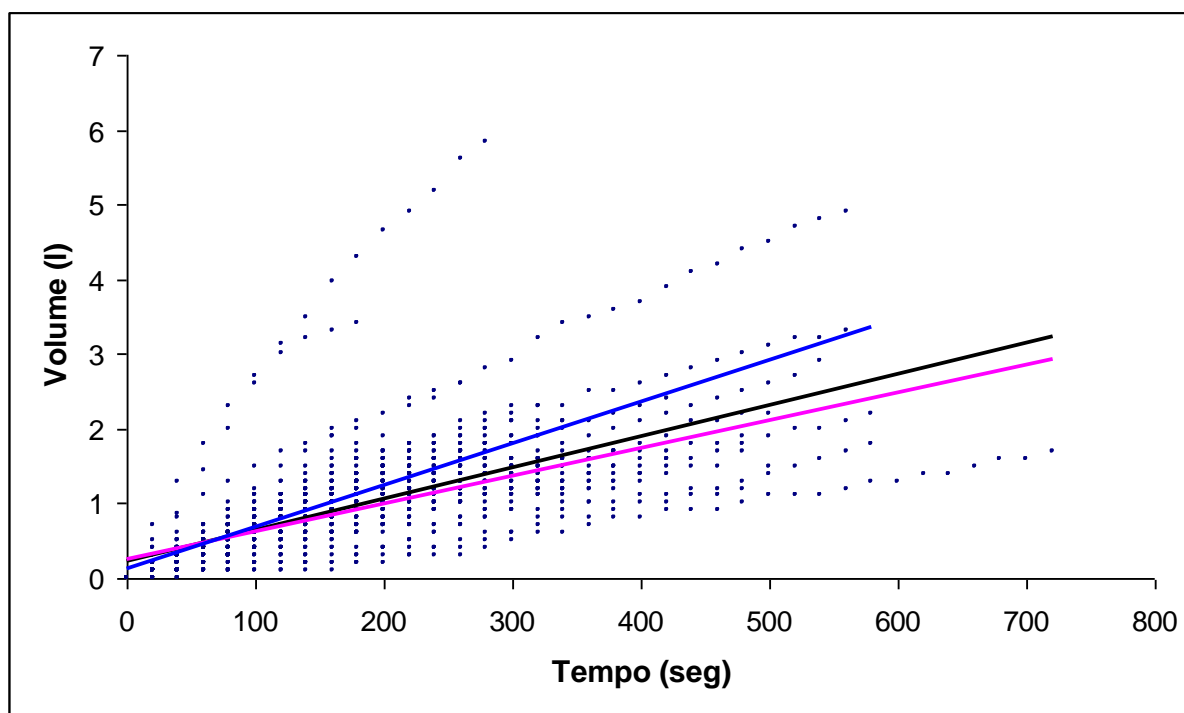


Figura 16. Volume por Sexo.

Estudo relação Volume/Tempo em relação ao IMC.

Tabela 27. Coeficientes e intervalos de confiança → IMC < 25

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	0,181	(0,124; 0,239)
Tempo	0,005	(0,004; 0,005)

Tabela 28. Coeficientes e intervalos de confiança → IMC – [25; 30)

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	0,202	(0,132; 0,272)
Tempo	0,004	(0,003; 0,004)

Tabela 29. Coeficientes e intervalos de confiança → IMC ≥ 30

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	0,132	(-0,012; 0,276)
Tempo	0,006	(0,005; 0,007)

Pode-se observar que há evidência estatística de diferença significativa entre as curvas pois não há sobreposição dos intervalos de confiança.

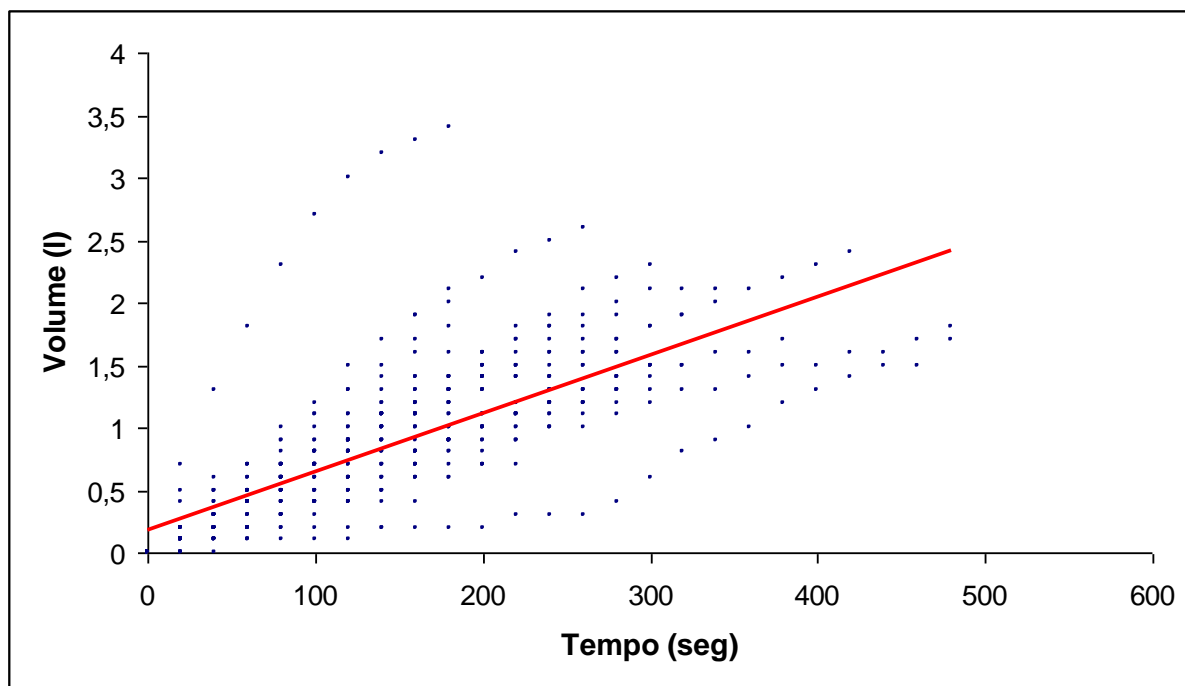


Figura 17. $\text{Volume}(<25) = 0,18 + 0,0047 \cdot \text{Tempo}$ ($R^2 = 57\%$)

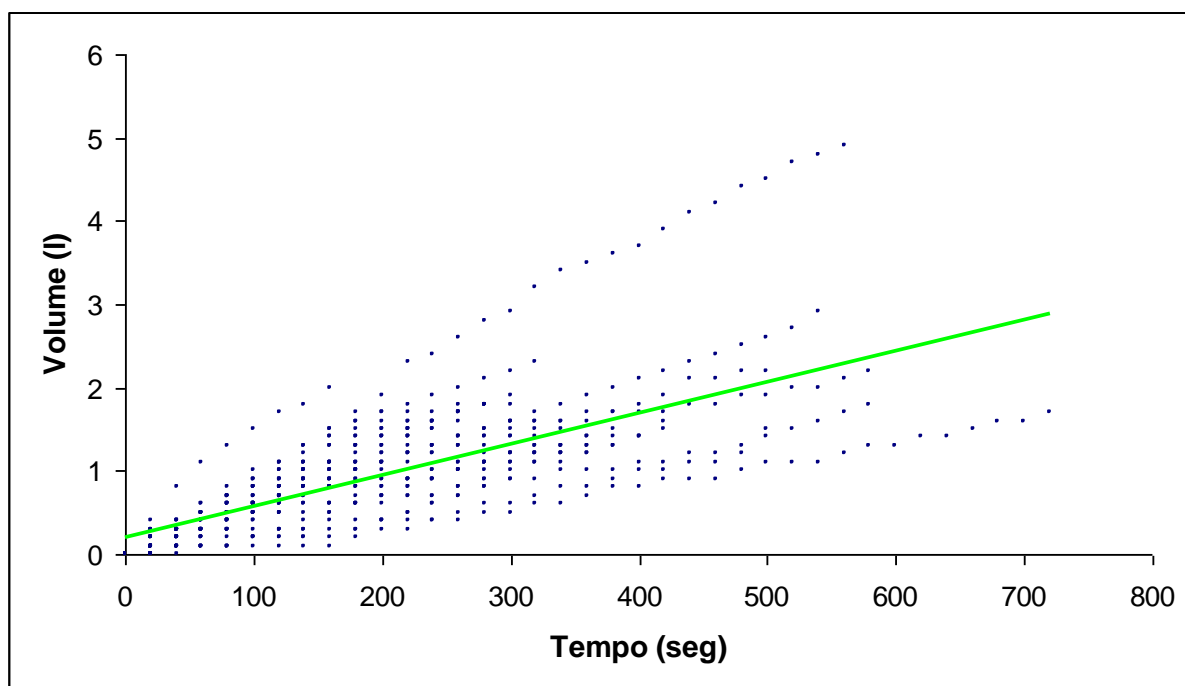


Figura 18. $\text{Volume}(25-30) = 0,20 + 0,0037 \cdot \text{Tempo}$ ($R^2 = 52\%$)

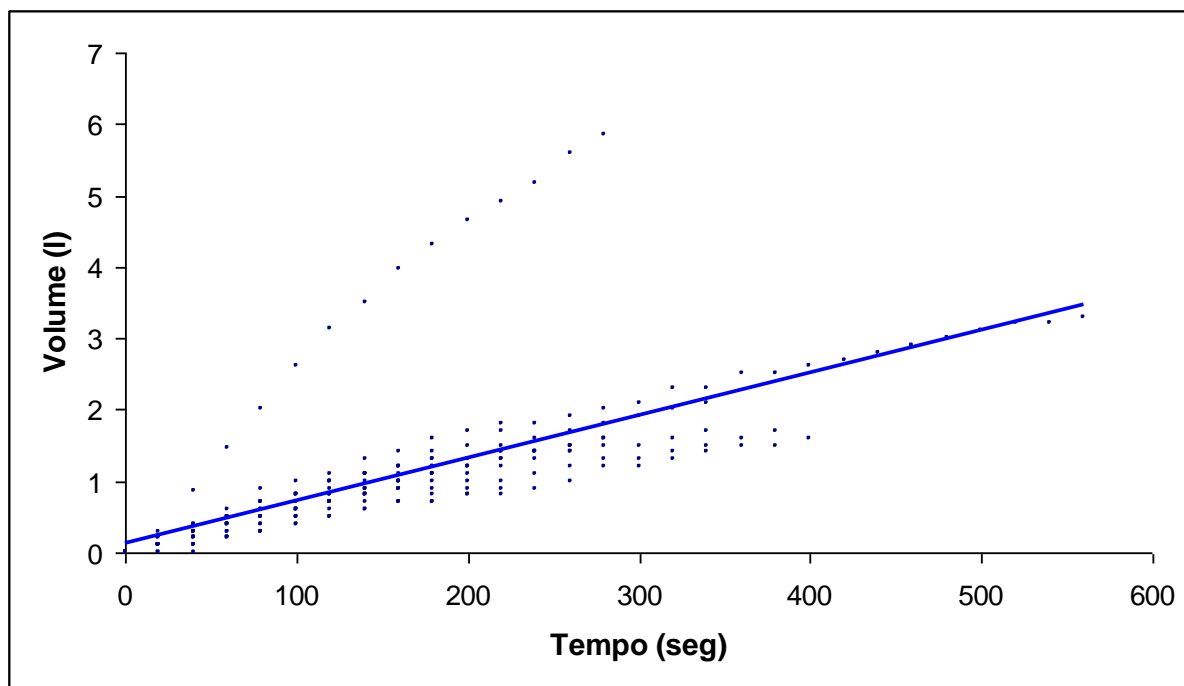


Figura 19. $\text{Volume}(\geq 30) = 0,13 + 0,0060 \cdot \text{Tempo}$ ($R^2 = 50\%$)

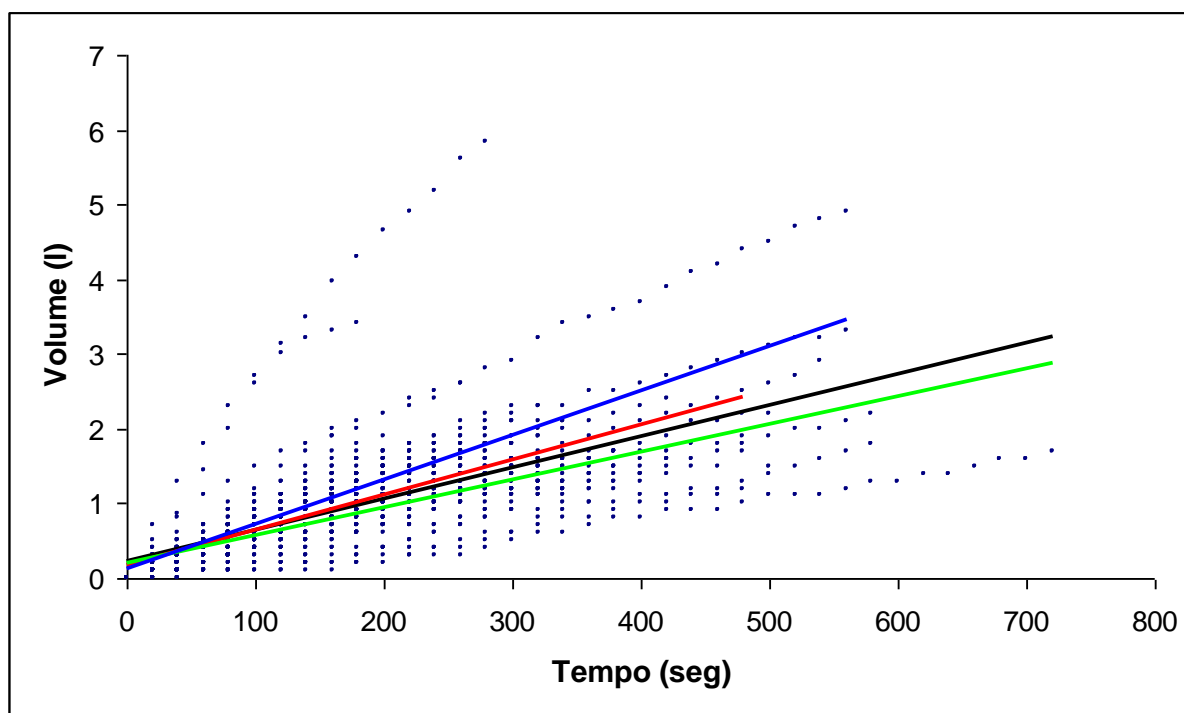


Figura 20. Volume por Faixas de IMC

Estudo Volume/Tempo de acordo com cirurgia prévia ou não.

Tabela 30 Coeficientes e intervalos de confiança → Cirurgia prévia = Não

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	0,252	(0,197; 0,306)
Tempo	0,004	(0,0037; 0,0042)

Tabela 31. Coeficientes e intervalos de confiança → Cirurgia prévia = Sim

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	0,141	(0,055; 0,227)
Tempo	0,005	(0,0043; 0,0052)

Pode-se observar que há evidência estatística de diferença significativa entre as curvas pois não há sobreposição dos intervalos de confiança.

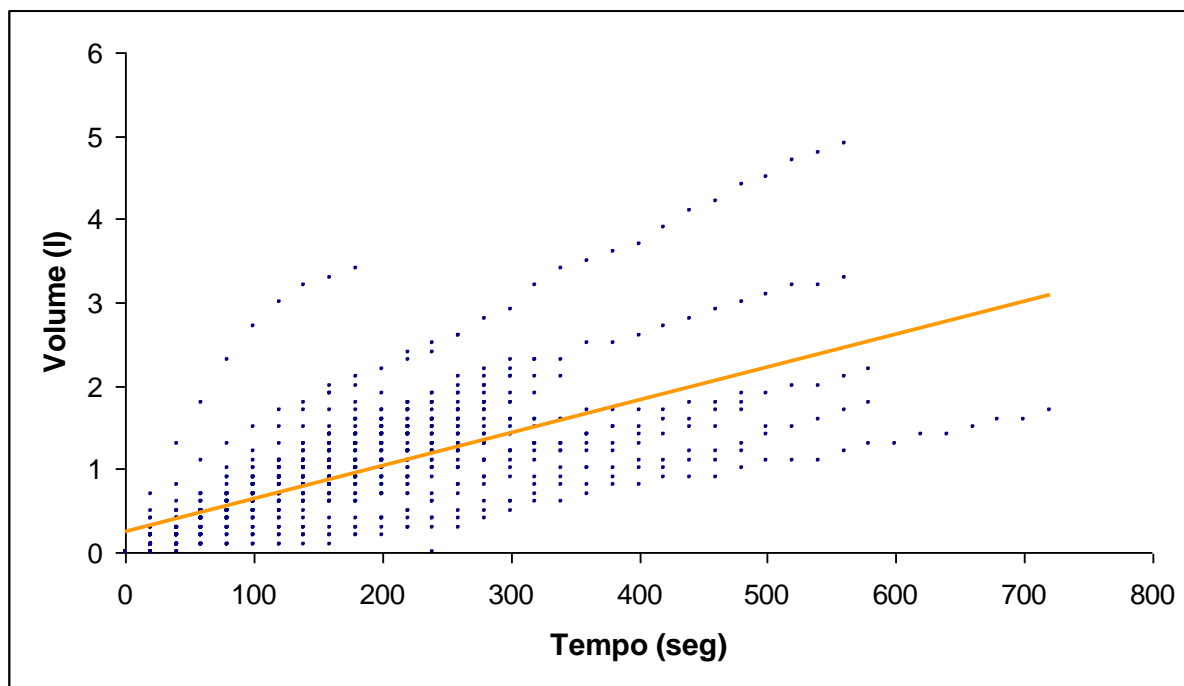


Figura 21. $\text{Volume(Não)} = 0,25 + 0,0039 \cdot \text{Tempo}$ ($R^2 = 50\%$)

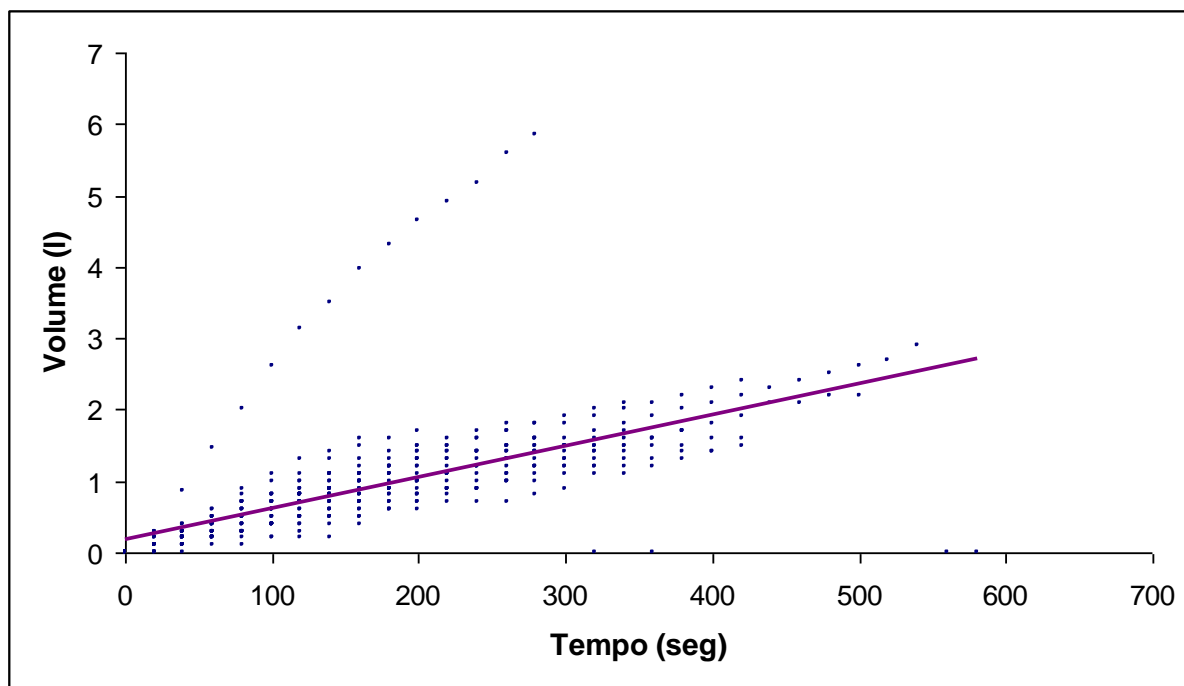


Figura 22. $\text{Volume}(\text{Sim}) = 0,14 + 0,0048 \cdot \text{Tempo}$ ($R^2 = 50\%$)

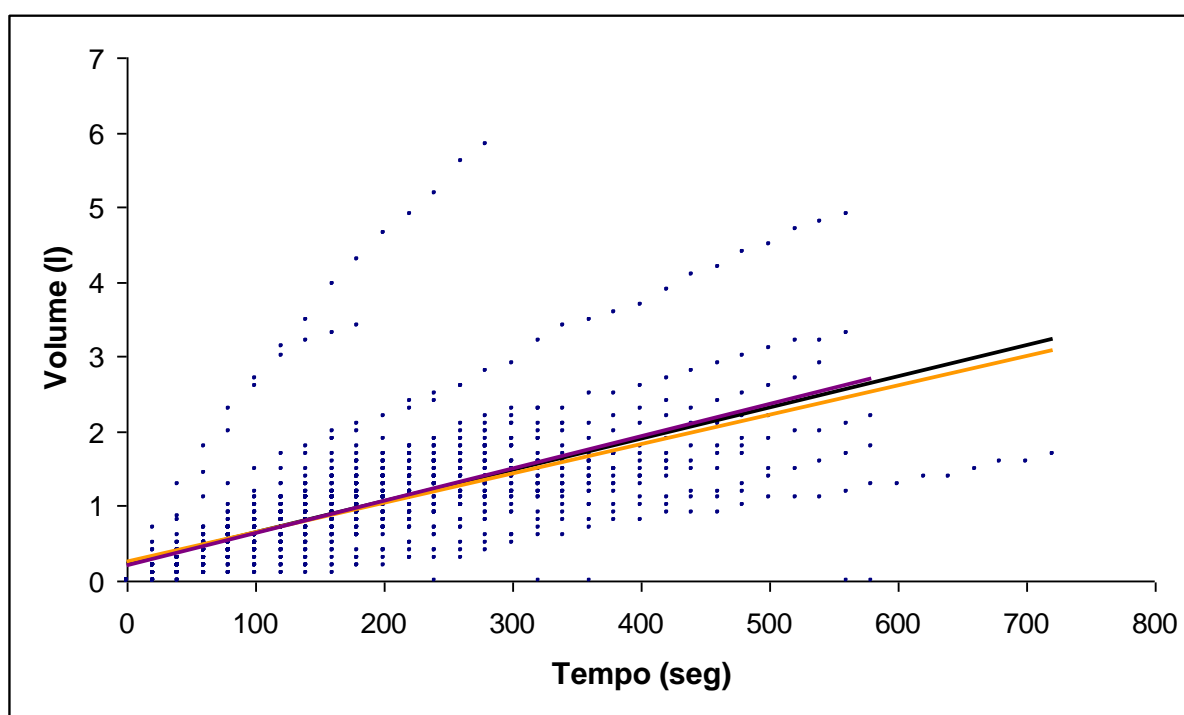


Figura 23. Volume por Cirurgia Prévia

Comparação entre áreas sob a curva.

Tabela 32. Área sob a curva de Pressão por Grupos

Variável		N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo	p-valor
Sexo	F	69	2.455,2	1.067,0	960	2.190	7.130	0,8931
	M	22	2.540,5	1.063,6	1.340	2.135	4.960	
	Total	91	2.475,8	1.060,9	960	2.190	7.130	
Cirurgia Prévia	N	60	2.505,7	1.107,5	960	2.165	7.130	0,9499
	S	31	2.418,1	979,2	1.050	2.310	4.810	
	Total	91	2.475,8	1.060,9	960	2.190	7.130	
Faixa IMC	<25	40	2.089,3	576,5	960	2.020	3.830	0,0095
	[25; 30)	34	2.928,5	1.373,4	1.050	2.560	7.130	
	≥30	17	2.480,0	905,9	1.290	2.230	5.130	
	Total	91	2.475,8	1.060,9	960	2.190	7.130	

Tabela 33. Teste de Mann-Whitney

Comparação entre Faixas de IMC	p-valor*
<25 vs [25; 30)	<u>0,0111</u>
<25 vs ≥30	0,2255
[25; 30) vs ≥30	1,0000

* Ajustado para comparações múltiplas: Bonferroni.

Há diferença significativa das curvas de Pressão entre as faixas de IMC <25 e [25; 30).

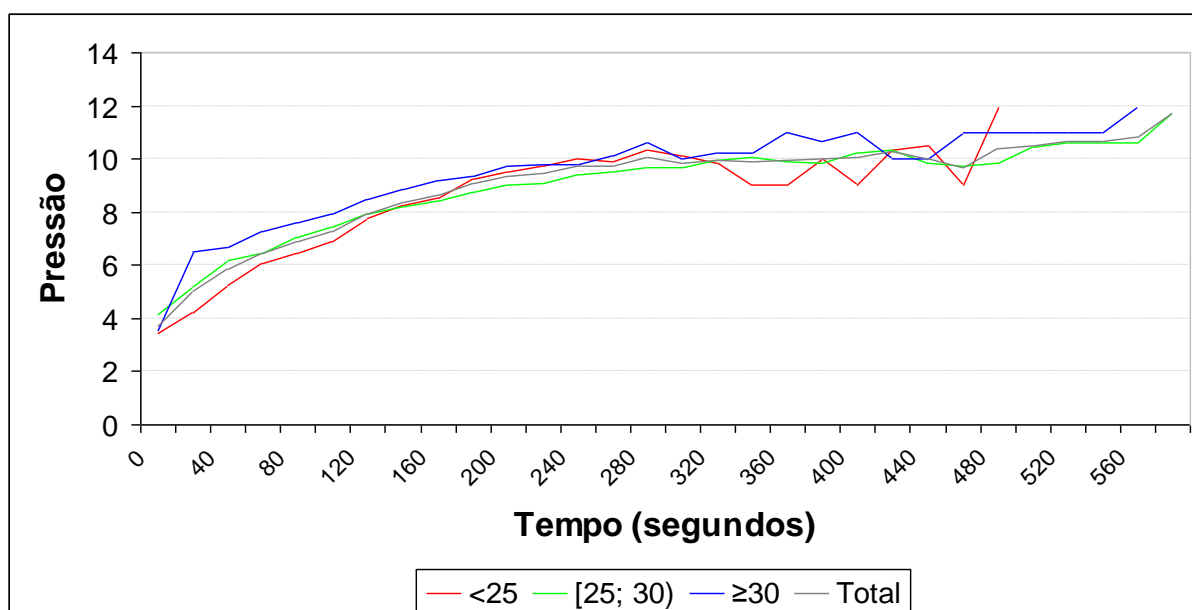


Figura 24. Área sob a curva de Pressão por Faixas de IMC

Tabela 34-Área sob a curva de Volume por Grupos

Variável	N	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo	p-valor
Sexo	F	69	268,8	185,5	48	236	0,1912
	M	22	350,1	304,0	110	252	
	Total	91	288,4	220,9	48	238	
Cirurgia Prévia	N	60	293,2	227,9	60	234	0,7188
	S	31	279,2	210,0	48	262	
	Total	91	288,4	220,9	48	238	
Faixa IMC	<25	40	235,0	111,6	50	199	0,0782
	[25; 30)	34	337,7	270,0	48	275	
	≥30	17	315,7	284,0	90	240	
	Total	91	288,4	220,9	48	238	

Não há diferença significativa das curvas de Volume entre as faixas de IMC, Sexo e Cirurgia Prévia.

Estudo de correlação entre as variáveis Volume e Pressão.

O estudo entre as variáveis volume e pressão mostrou um índice alto de correlação entre as variáveis nos dados do grupo estudado, como demonstrado abaixo.

Tabela 35. R = Coeficiente de Correlação de Spearman entre pressão e volume

R	0,71
p-valor	<u>0,0000</u>
N	1415

Com esta evidência, foram construídos as curvas de regressão de volume e pressão para comparação entre o grupos de Azevedo e o do presente estudo e entre os subgrupos estudados .

Curvas da relação Pressão/ Volume

Tabela 36. Coeficientes e intervalos de confiança → Azevedo ($R^2 = 73\%$)

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	2,377	(2,053; 2,7)
Volume	1,289	(0,788; 1,789)
Volume ²	0,432	(0,225; 0,64)
Volume ³	-0,070	(-0,094; -0,046)

Tabela 37. Coeficientes e intervalos de confiança → grupo experimento ($R^2 = 49\%$)

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	4,829	(4,611; 5,047)
Volume	5,721	(5,201; 6,24)
Volume ²	-1,848	(-2,176; -1,52)
Volume ³	0,185	(0,135; 0,235)

Analisando os intervalos de confiança dos coeficientes é possível observar que os intervalos não se sobrepõem, indicando que as curvas de regressão de Pressão x Volume não são iguais.

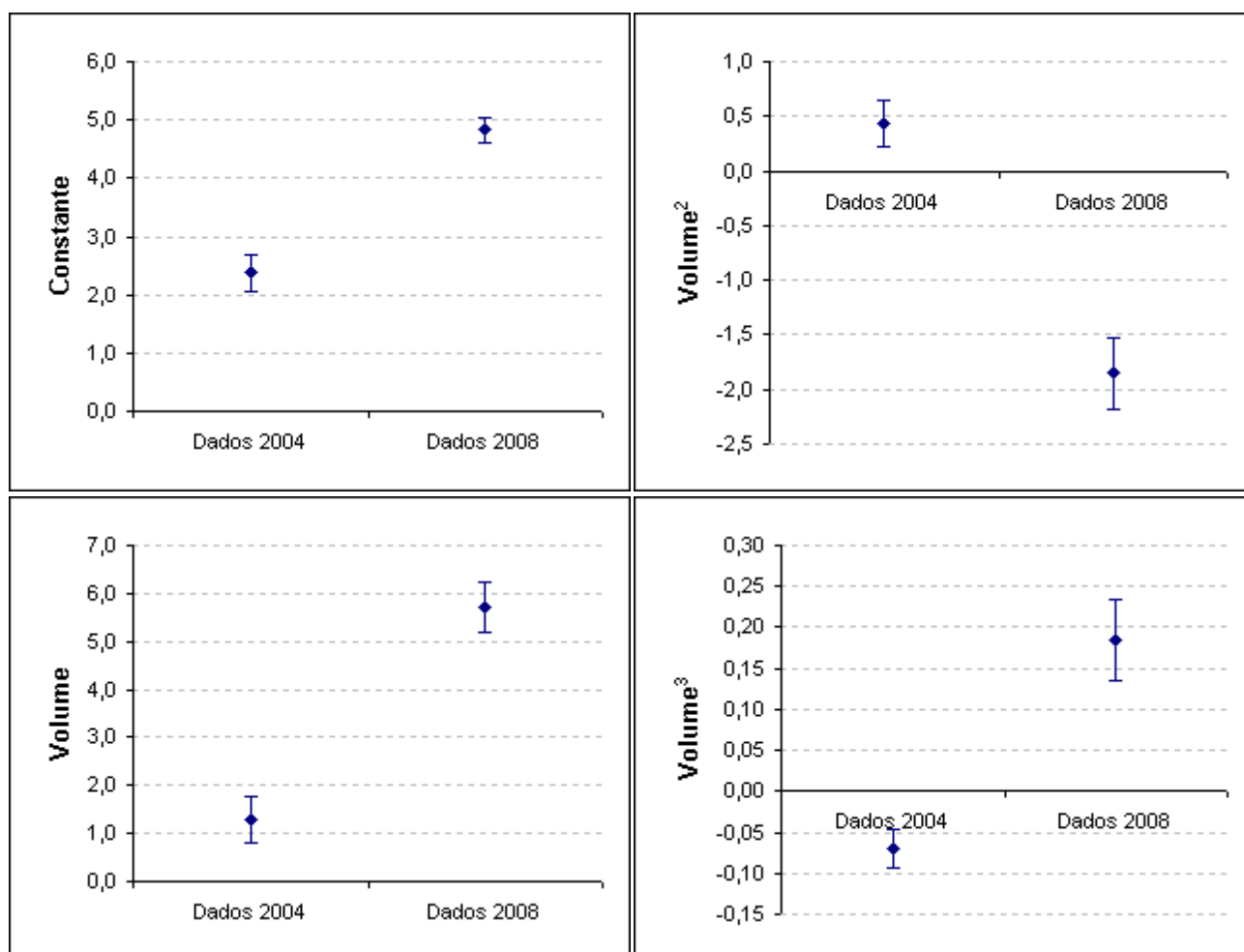


Figura 25 Intervalo de Confiança da relação Pressão/Volume para os dois grupos 2004x 2008

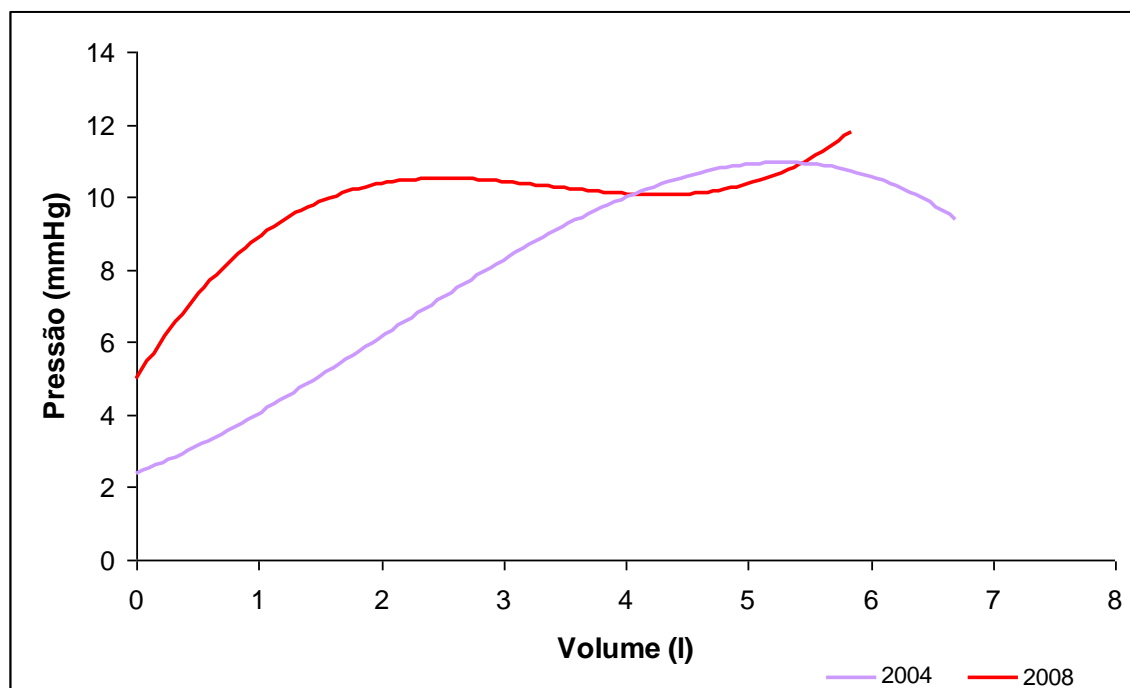


Figura 26. Pressão x Volume: Azevedo (2004) x Experimento (2008)

$$\text{Pressão} = 2,377 + 1,289 \cdot V + 0,432 \cdot V^2 - 0,070 \cdot V^3$$

$$\text{Pressão} = 4,829 + 5,721 \cdot V + 1,848 \cdot V^2 - 0,185 \cdot V^3$$

Os melhores ajustes encontrados para variável Pressão nos subgrupos do grupo Experimento foram:

Tabela 38. Modelos por subgrupo do grupo experimento

	R2	Constante	b1	b2	b3
Total	0,49	4,83	5,72	-1,85	0,18
F	0,51	4,85	5,84	-1,85	0,18
M	0,45	4,69	5,43	-1,84	0,21
<25	0,54	4,19	5,61	-1,22	0,02
[25; 30)	0,43	5,49	4,98	-1,65	0,18
≥30	0,55	5,16	5,90	-2,09	0,22
Cirurgia Prévia = Não	0,48	4,83	5,71	-1,83	0,19
Cirurgia Prévia = Sim	0,50	4,78	5,98	-2,09	0,22

Tabela 39. Coeficientes e intervalos de confiança → total

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	4,829	(4,611; 5,047)
Volume	5,721	(5,201; 6,24)
Volume ²	-1,848	(-2,176; -1,52)
Volume ³	0,185	(0,135; 0,235)

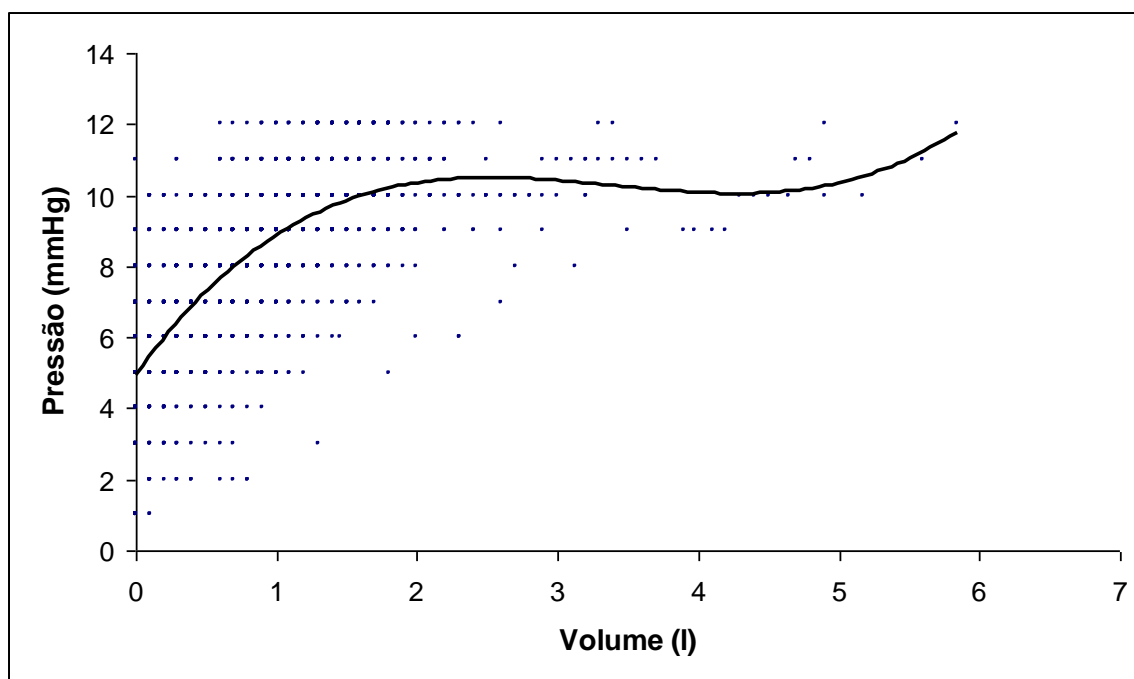


Figura 27 Pressão = $4,83 + 5,72 \cdot V - 1,85 \cdot V^2 + 0,18 \cdot V^3$ ($R^2 = 49\%$)

Estudo das relações Pressão/Volume de acordo com o sexo

Tabela 40. Coeficientes e intervalos de confiança → sexo = Feminino

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	4,852	(4,608; 5,096)
Volume	5,845	(5,232; 6,457)
Volume ²	-1,848	(-2,246; -1,449)
Volume ³	0,178	(0,119; 0,237)

Tabela 41. Coeficientes e intervalos de confiança → sexo = Masculino

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	4,691	(4,196; 5,186)
Volume	5,428	(4,291; 6,566)
Volume ²	-1,842	(-2,546; -1,137)
Volume ³	0,205	(0,093; 0,317)

Pode-se observar que há sobreposição dos intervalos de confiança, com isso não há evidência estatística de diferença significativa entre as curvas.

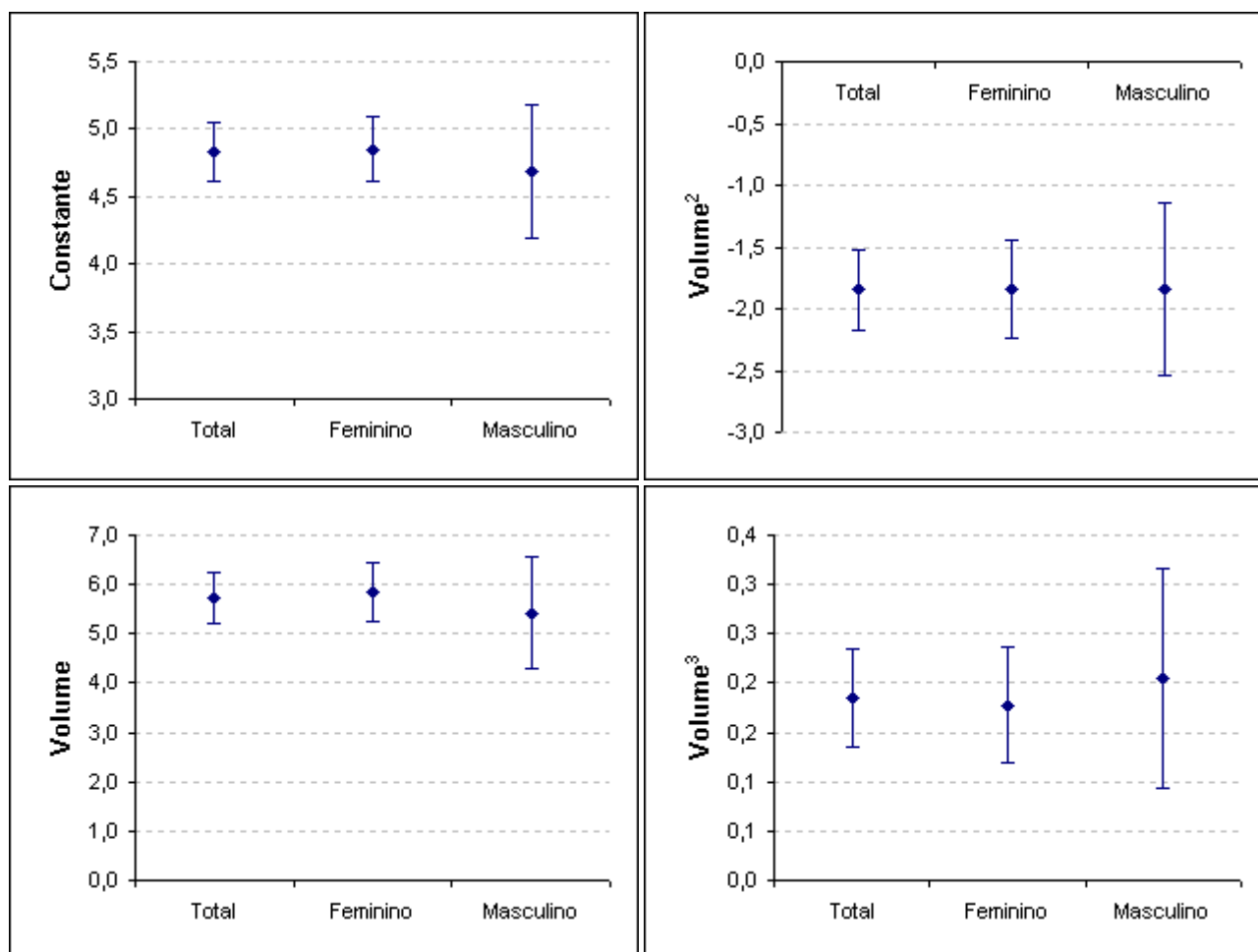


Figura 28 – Intervalos de confiança entre os grupos M e F e Total da relação Pressão/Volume

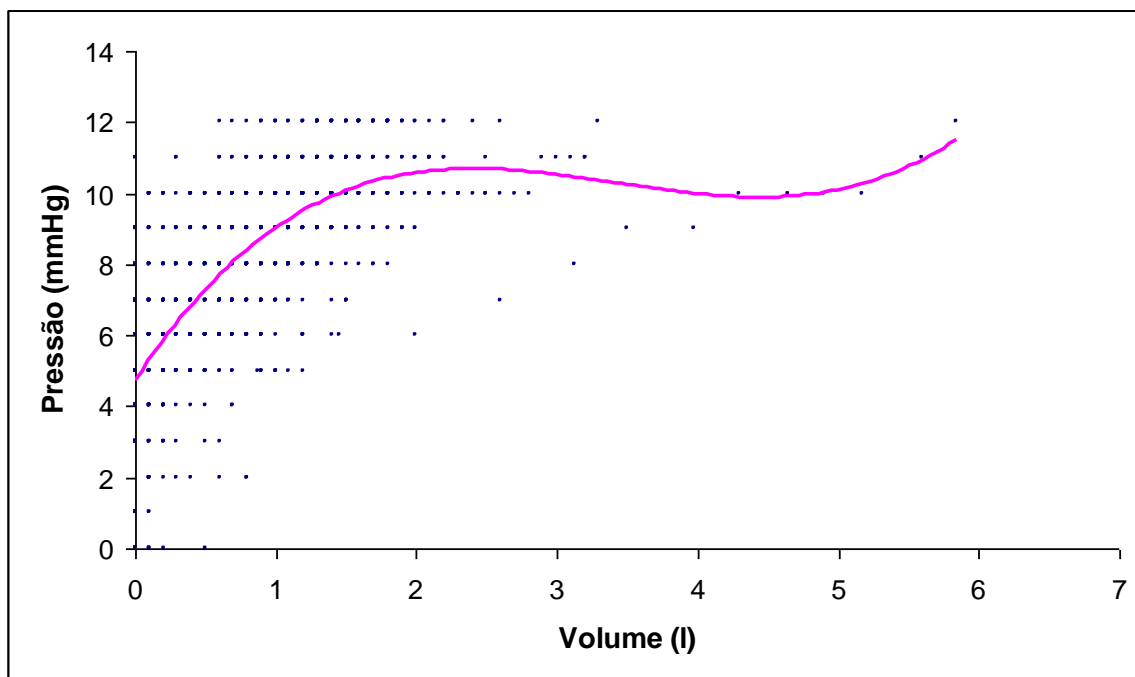


Figura 29. Pressão x Volume (F) = $4,85 + 5,84 \cdot V - 1,85 \cdot V^2 + 0,18 \cdot V^3$ ($R^2 = 51\%$)

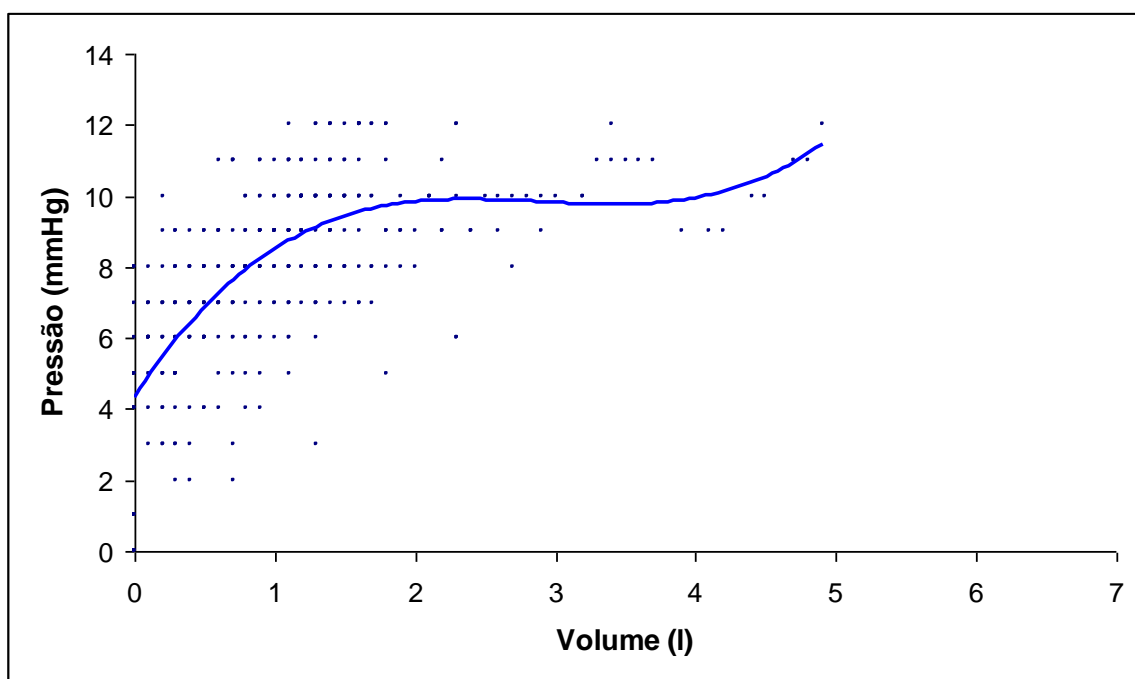


Figura 30. Pressão x Volume (M) = $4,69 + 5,43 \cdot V - 1,84 \cdot V^2 + 0,21 \cdot V^3$ ($R^2 = 45\%$)

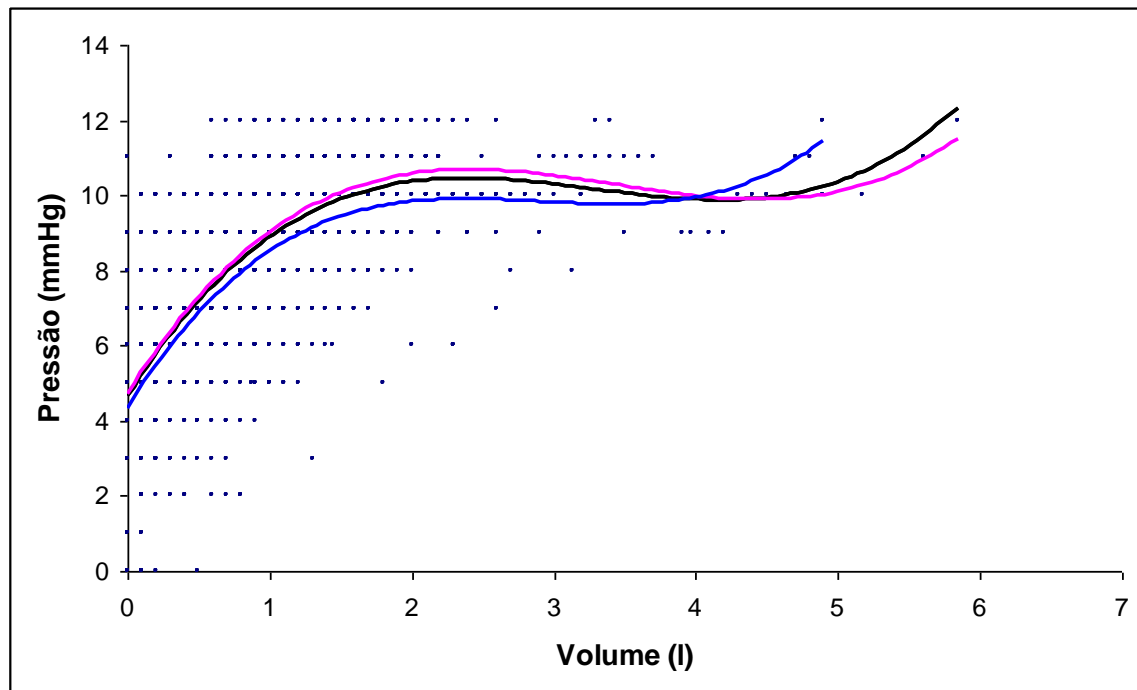


Figura 31. Pressão x Volume por sexo

Pressão x Volume (F) = $4,85 + 5,84 \cdot V - 1,85 \cdot V^2 + 0,18 \cdot V^3$ ($R^2 = 51\%$)

Pressão x Volume (M) = $4,69 + 5,43 \cdot V - 1,84 \cdot V^2 + 0,21 \cdot V^3$ ($R^2 = 45\%$)

Pressão x Volume (T) = $4,83 + 5,72 \cdot V - 1,85 \cdot V^2 + 0,18 \cdot V^3$ ($R^2 = 49\%$)

Estudo das relações Pressão/Volume de acordo com IMC

Tabela 42. Coeficientes e intervalos de confiança → IMC < 25

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	4,188	(3,794; 4,583)
Volume	5,607	(4,245; 6,968)
Volume ²	-1,219	(-2,44; 0,002)
Volume ³	0,018	(-0,271; 0,307)

Tabela 43. Coeficientes e intervalos de confiança → IMC – [25; 30)

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	5,493	(5,151; 5,836)
Volume	4,976	(4,092; 5,861)
Volume ²	-1,651	(-2,25; -1,052)
Volume ³	0,175	(0,077; 0,273)

Tabela 44. Coeficientes e intervalos de confiança → IMC ≥ 30

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	5,155	(4,726; 5,585)
Volume	5,903	(4,997; 6,81)
Volume ²	-2,094	(-2,593; -1,594)
Volume ³	0,221	(0,153; 0,289)

Pode-se observar que há diferença significativa entre as curvas considerando a constante, pois não há sobreposição dos intervalos de confiança considerando pacientes com IMC abaixo de 25 em relação aos pacientes com IMC acima de 25.

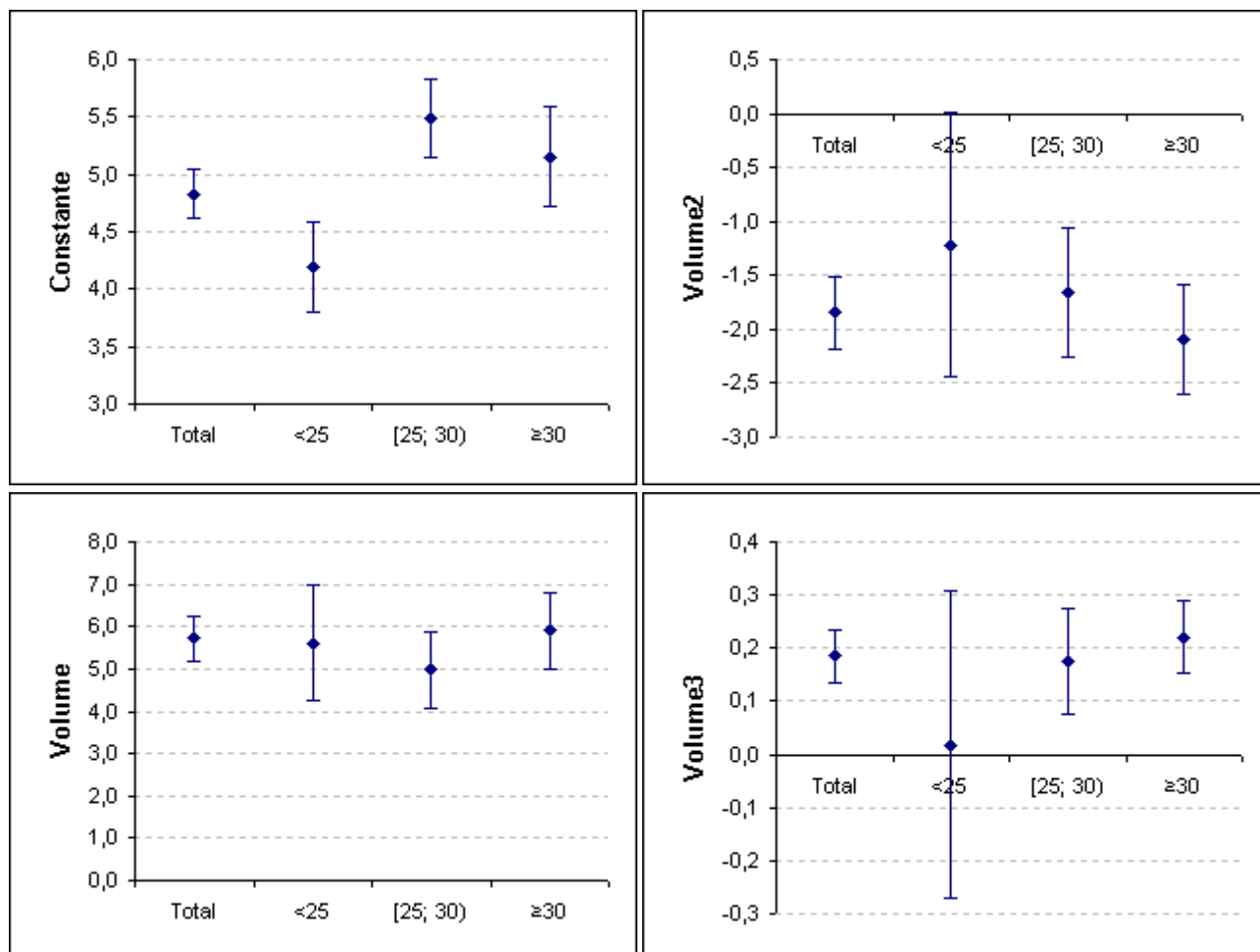


Figura 32 – Intervalo de Confiança entre os subgrupos de acordo com IMC

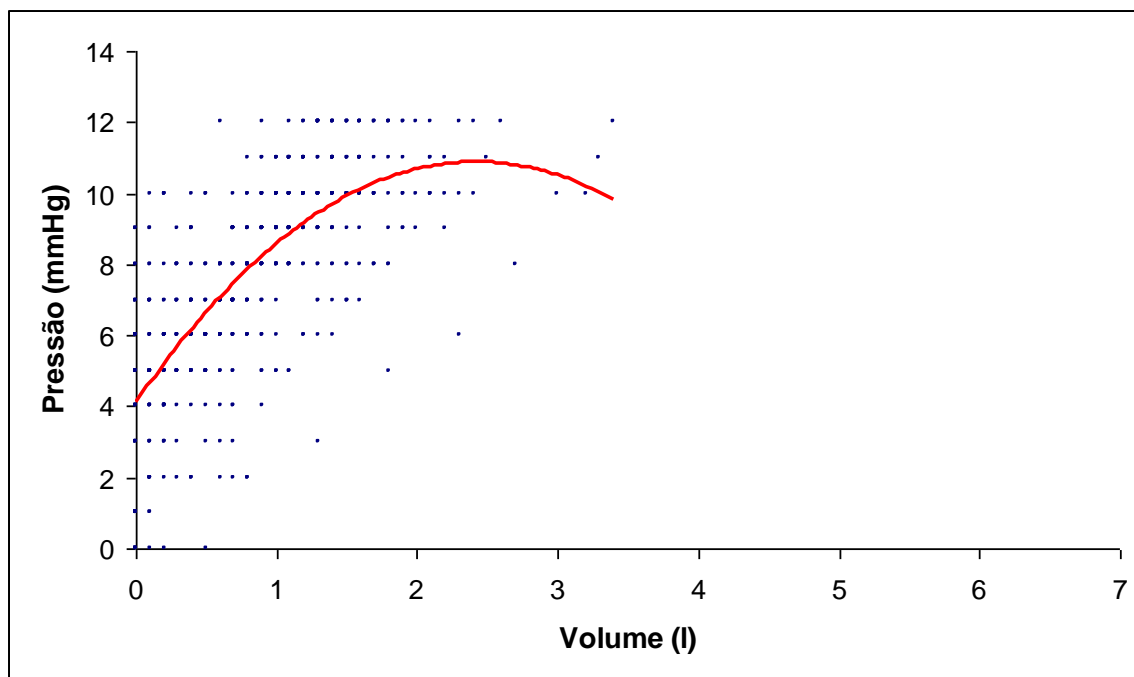


Figura 33. Press\~ao (<25) = $4,19 + 5,61 \cdot V - 1,22 \cdot V^2 + 0,02 \cdot V^3$ ($R^2 = 54\%$)

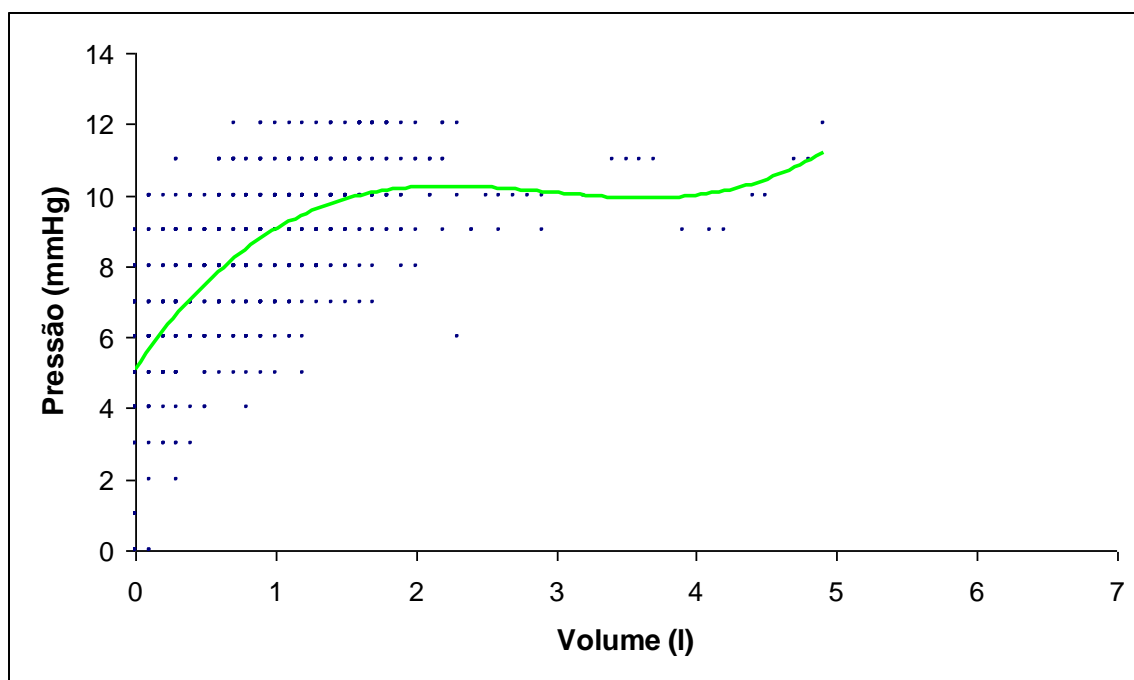


Figura 34. Press\~ao (25-30) = $5,49 + 4,98 \cdot V - 1,65 \cdot V^2 + 0,18 \cdot V^3$ ($R^2 = 43\%$)

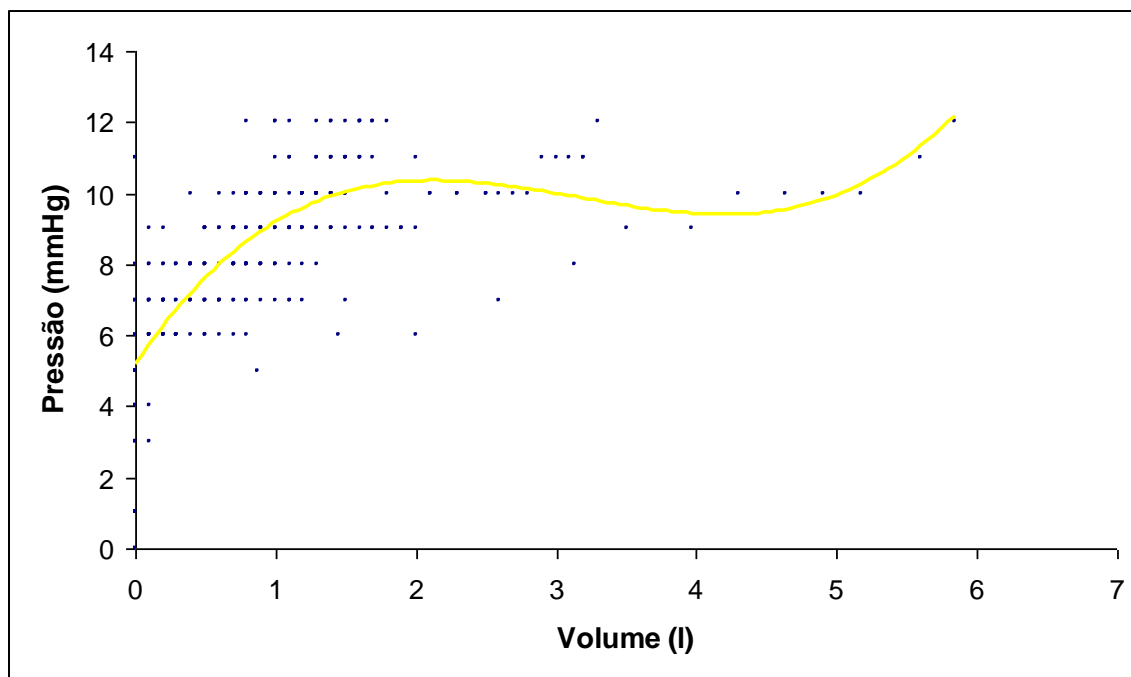


Figura 35. Pressão (≥ 30) = $5,16 + 5,90 \cdot V - 2,09 \cdot V^2 + 0,22 \cdot V^3$ ($R^2 = 55\%$)

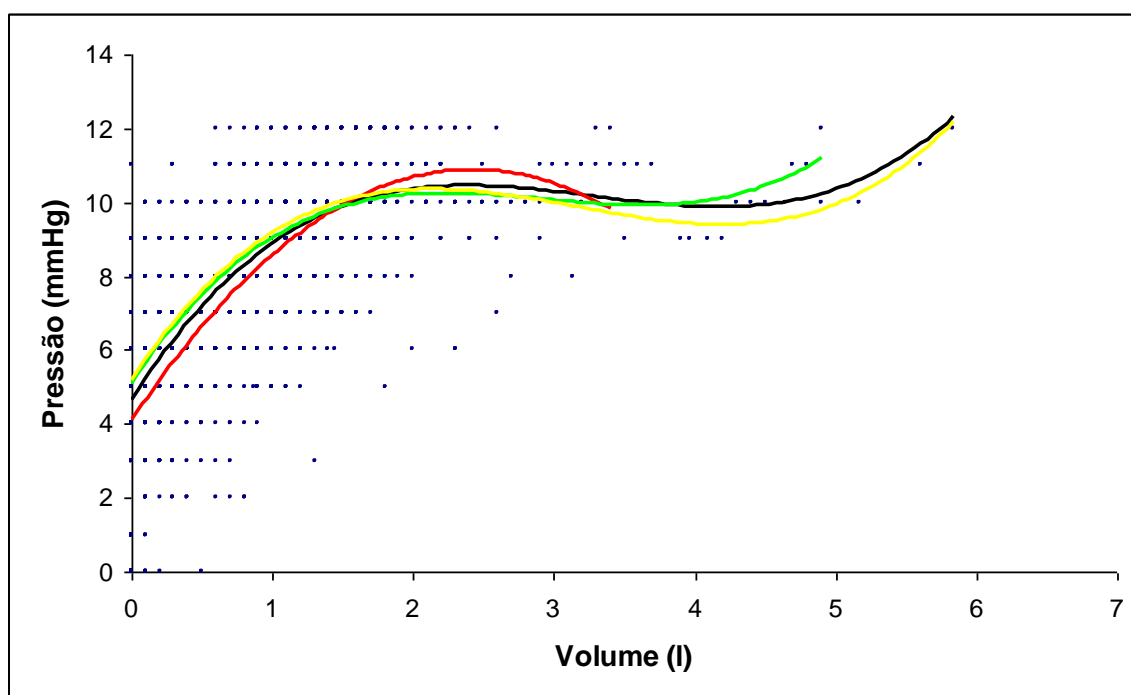


Figura 36. Pressão por Faixas de IMC

Pressão (<25) = $4,19 + 5,61 \cdot V - 1,22 \cdot V^2 + 0,02 \cdot V^3$ ($R^2 = 54\%$)

Pressão (25-30) = $5,49 + 4,98 \cdot V - 1,65 \cdot V^2 + 0,18 \cdot V^3$ ($R^2 = 43\%$)

Pressão (≥ 30) = $5,16 + 5,90 \cdot V - 2,09 \cdot V^2 + 0,22 \cdot V^3$ ($R^2 = 55\%$)

Pressão (Total) = $4,83 + 5,72 \cdot V - 1,85 \cdot V^2 + 0,18 \cdot V^3$ ($R^2 = 49\%$)

Estudo das relações Pressão/Volume de acordo com cirurgia prévia ou não

Tabela 45. Coeficientes e intervalos de confiança → Cirurgia Prévia = Não

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	4,829	(4,547; 5,112)
Volume	5,706	(4,976; 6,435)
Volume ²	-1,825	(-2,325; -1,325)
Volume ³	0,185	(0,101; 0,27)

Tabela 46. Coeficientes e intervalos de confiança → Cirurgia Prévia = Sim

Fator	Coeficiente	IC de 95%
Constante	4,783	(4,426; 5,139)
Volume	5,978	(5,125; 6,831)
Volume ²	-2,087	(-2,618; -1,556)
Volume ³	0,219	(0,143; 0,294)

Pode-se observar que não há evidência estatística de diferença significativa entre as curvas pois há sobreposição dos intervalos de confiança.

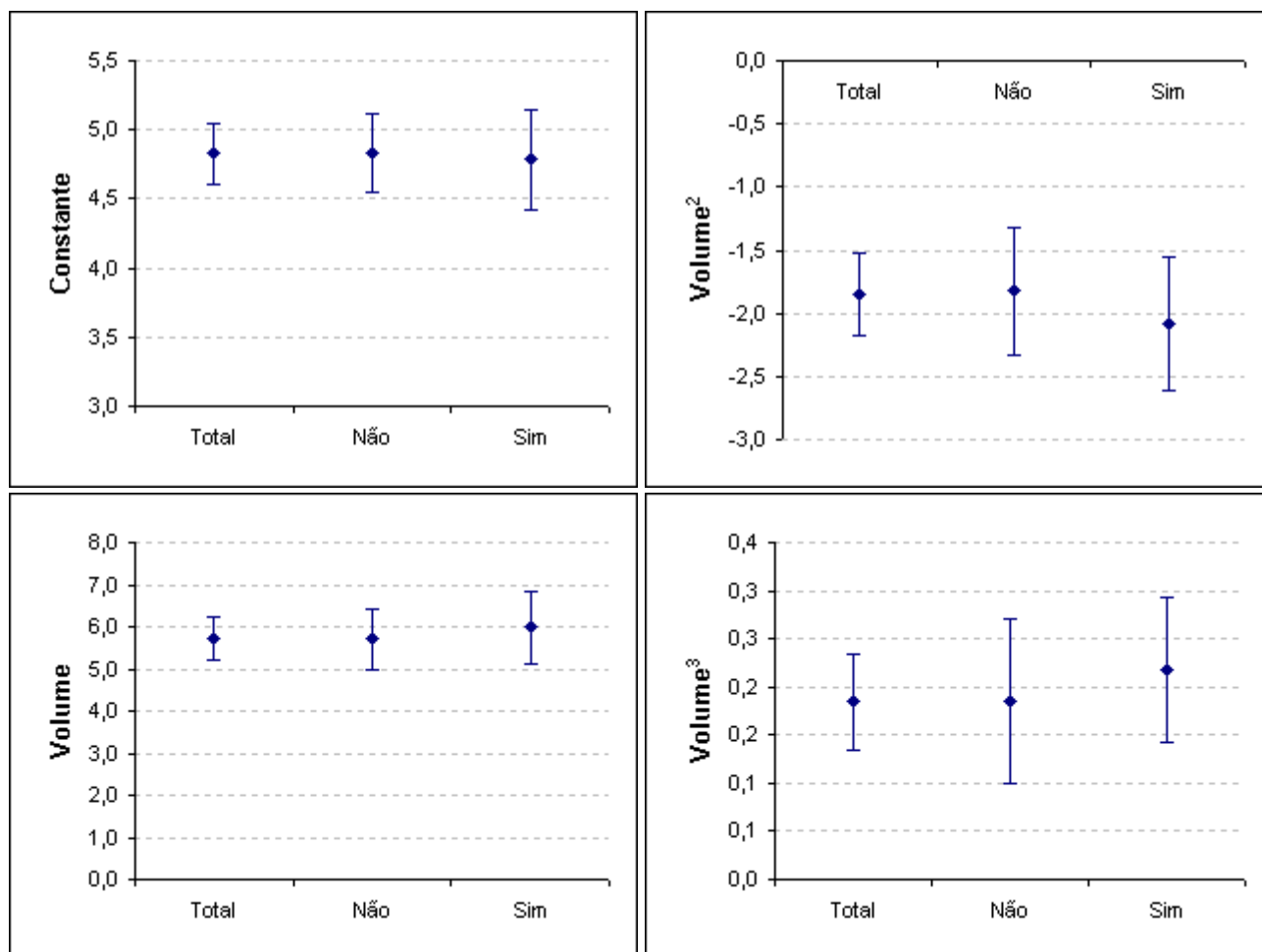


Figura 37 – Intervalos de Confiança entre cirurgia prévia ou não e o total

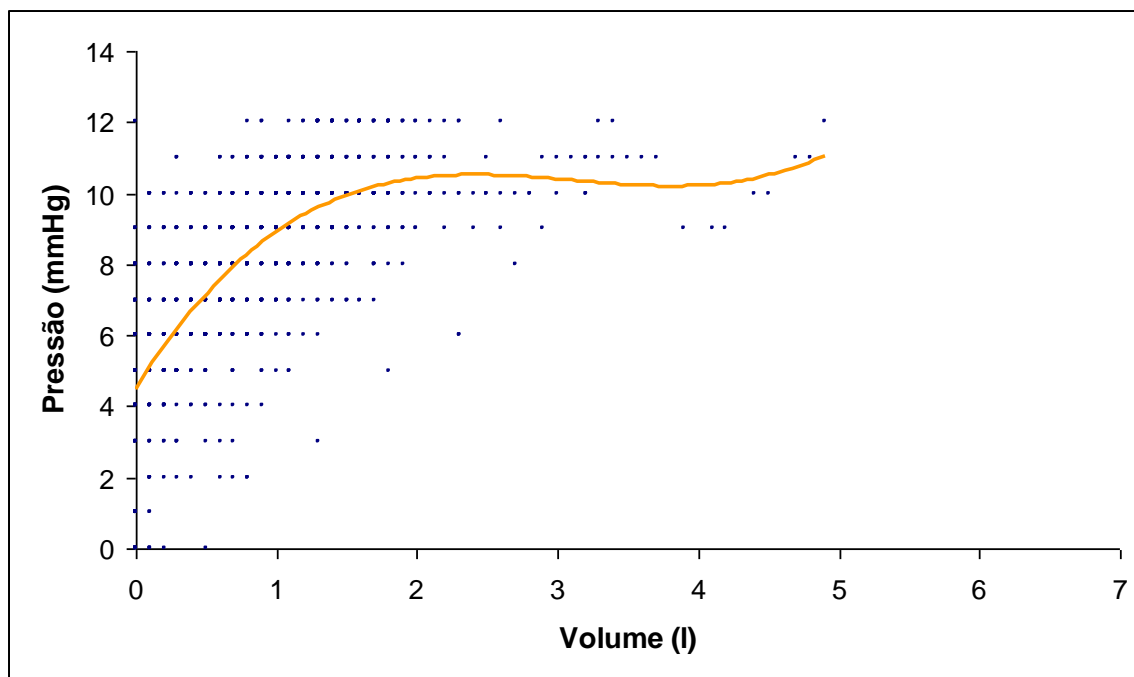


Figura 38. Pressão/Volume (Não) = $4,83 + 5,71 \cdot V - 1,83 \cdot V^2 + 0,19 \cdot V^3$ ($R^2 = 48\%$)

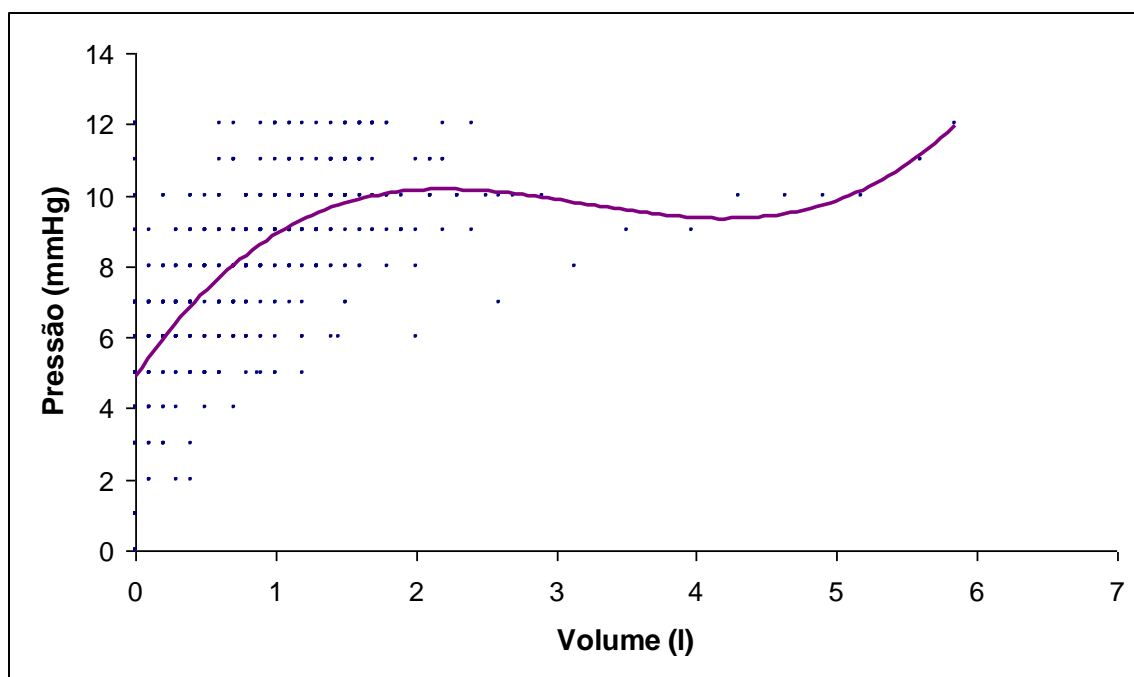


Figura 39. Pressão/Volume (Sim) = $4,78 + 5,98 \cdot V - 2,09 \cdot V^2 + 0,22 \cdot V^3$ ($R^2 = 50\%$)

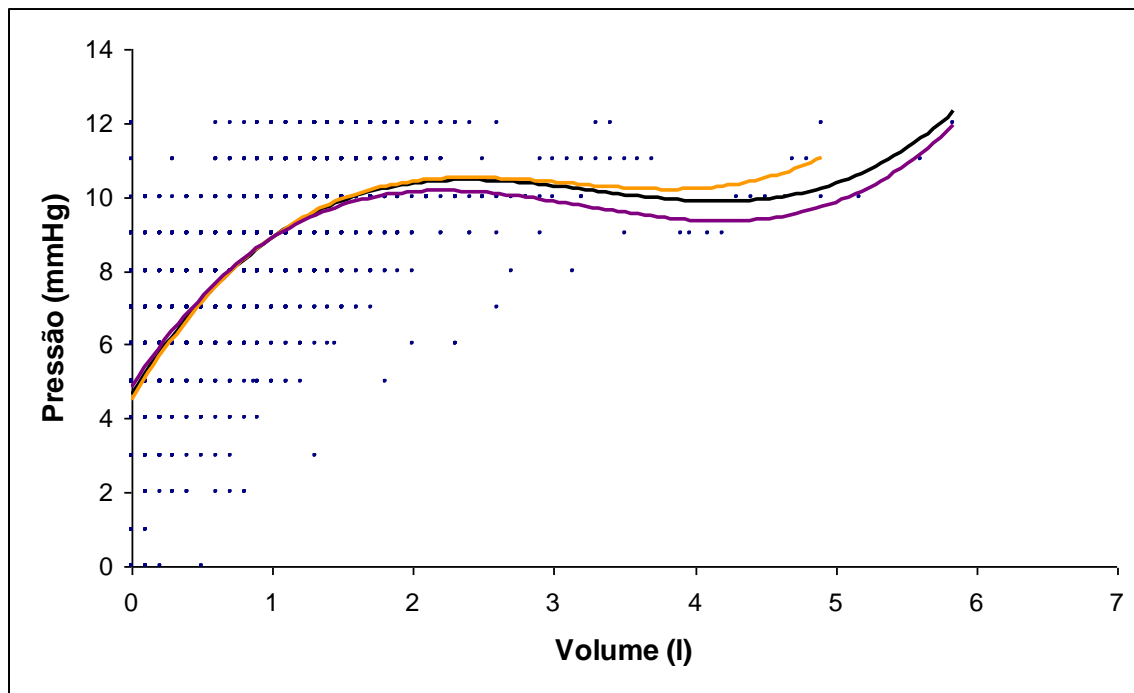


Figura 40. Pressão x Volume por Cirurgia Prévia

$$\text{Pressão/Volume (Não)} = 4,83 + 5,71 \cdot V - 1,83 \cdot V^2 + 0,19 \cdot V^3 \quad (R^2 = 48\%)$$

$$\text{Pressão/Volume (Sim)} = 4,78 + 5,98 \cdot V - 2,09 \cdot V^2 + 0,22 \cdot V^3 \quad (R^2 = 50\%)$$

Estudo das relações entre as variáveis através do ANFIS

Etapas da plotagem direta de todos os dados, aleatorização e plotagem dos dados, e comparação entre aleatorização e plotagem direta.

Divisão da amostra em dois grupos: treinamento e de checagem.

Análise e modelagem dos dados experimentais

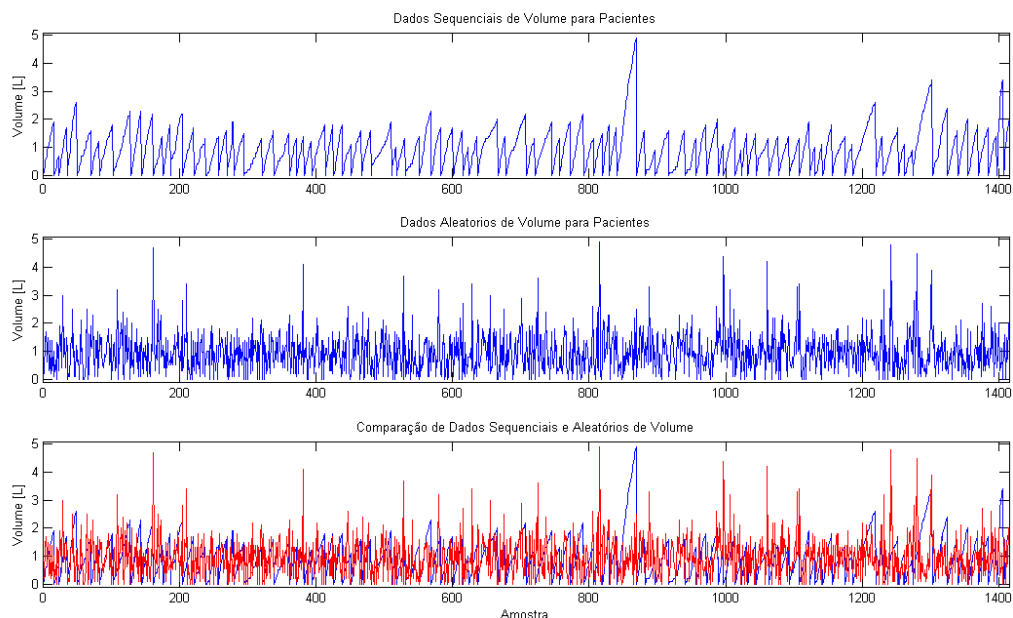


Figura 41. Dados experimentais de entrada, *Volume*, na sua forma seqüencial por indivíduo e disposição aleatória dos dados para treinamento e teste com ANFIS.

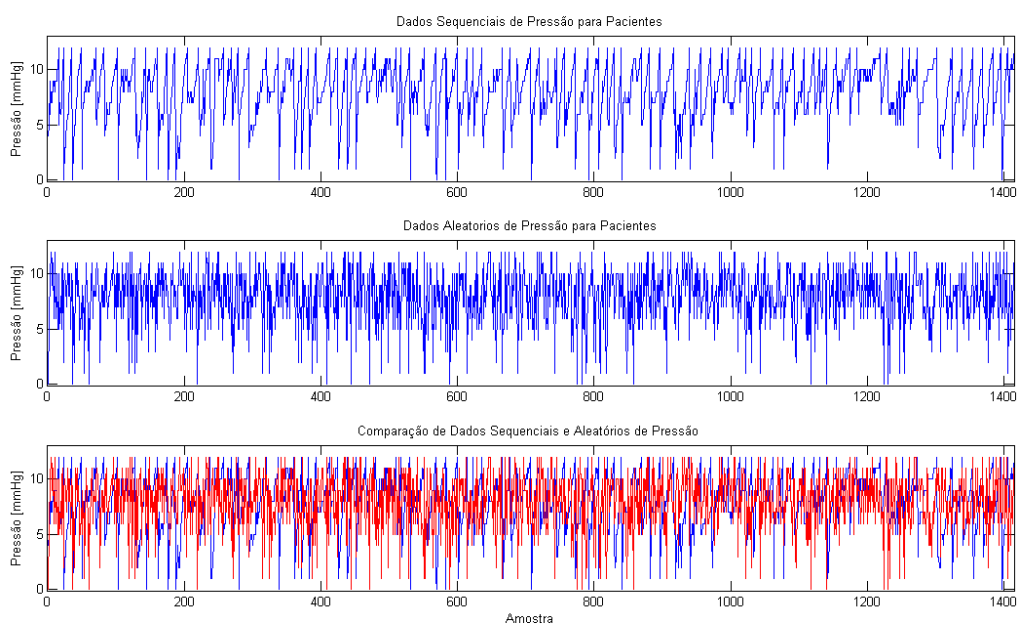


Figura 42. Dados experimentais de saída, *Pressão*, na sua forma seqüencial por indivíduo e disposição aleatória dos dados para treinamento e teste com ANFIS.

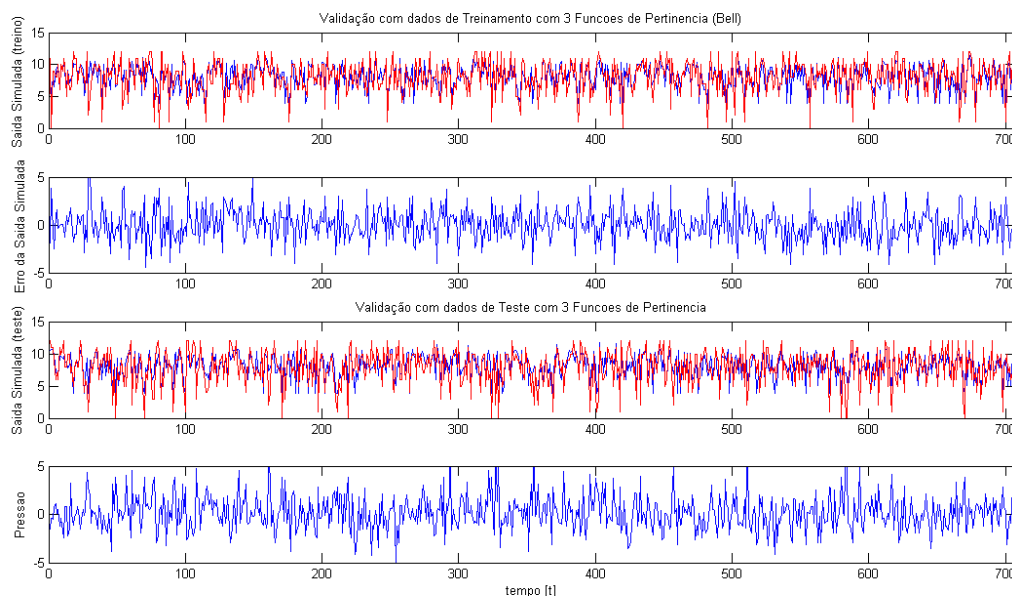


Figura 43 Dados experimentais de entrada, *Volume* e *Pressão*, na sua forma seqüencial por indivíduo e disposição aleatória dos dados para treinamento e teste com ANFIS.

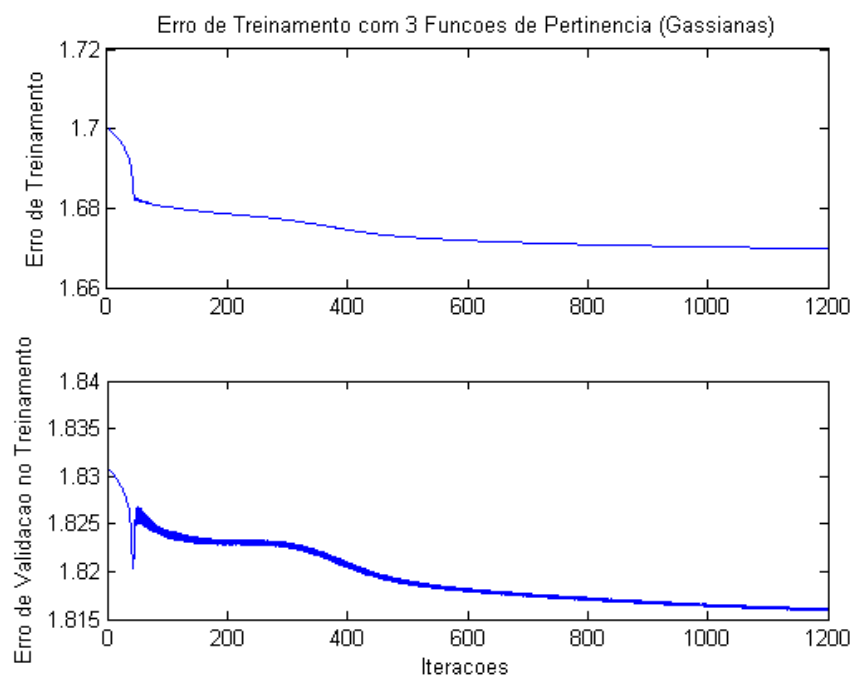


Figura 44. Curvas dos erros durante o processo de treinamento do ANFIS com três funções de pertinência Bell com dados de treinamento e treinamento e teste

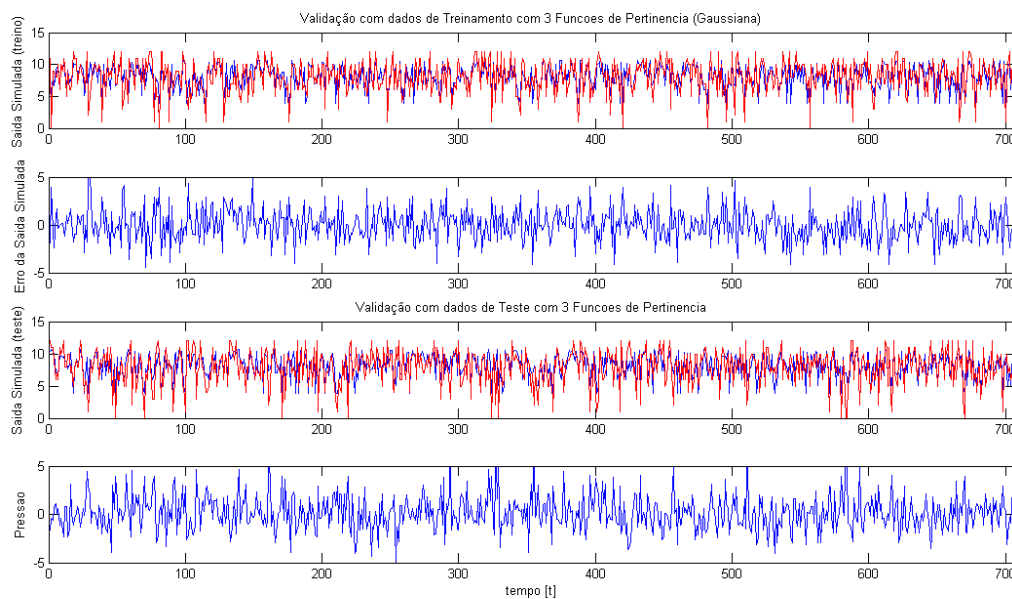


Figura 45. Dados experimentais de entrada, *Volume* e *Pressão*, na sua forma seqüencial por indivíduo e disposição aleatória dos dados para treinamento e teste com ANFIS.

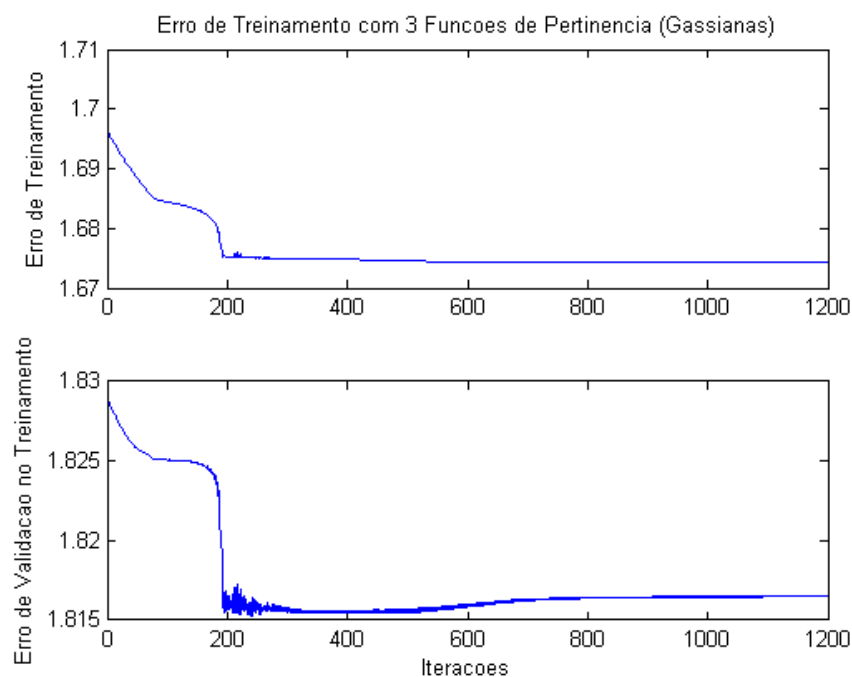


Figura 46. Curvas dos erros durante o processo de treinamento do ANFIS com três funções de pertinência Gaussianas com dados de treinamento e treinamento e teste

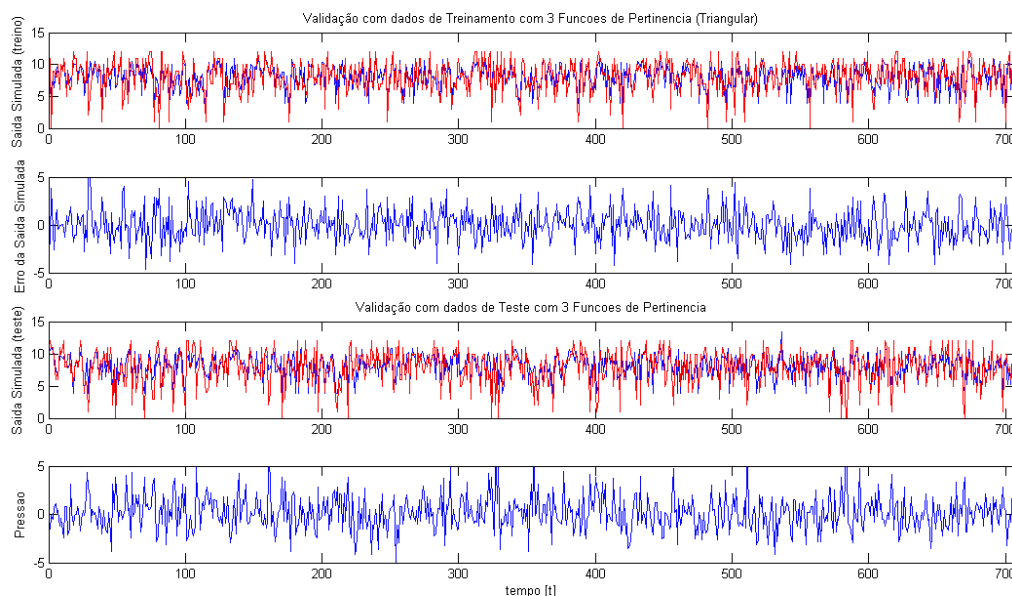


Figura 47. Dados experimentais de entrada, *Volume* e *Pressão*, na sua forma seqüencial por indivíduo e disposição aleatória dos dados para treinamento e teste com ANFIS.

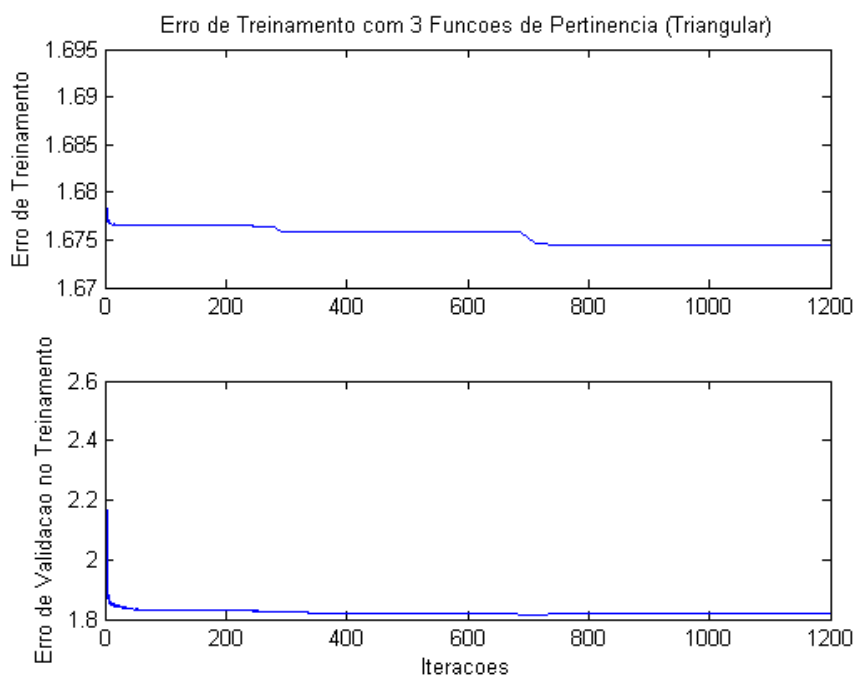


Figura 48. Curvas dos erros durante o processo de treinamento do ANFIS com três funções de pertinência Triangular com dados de treinamento e treinamento e teste.

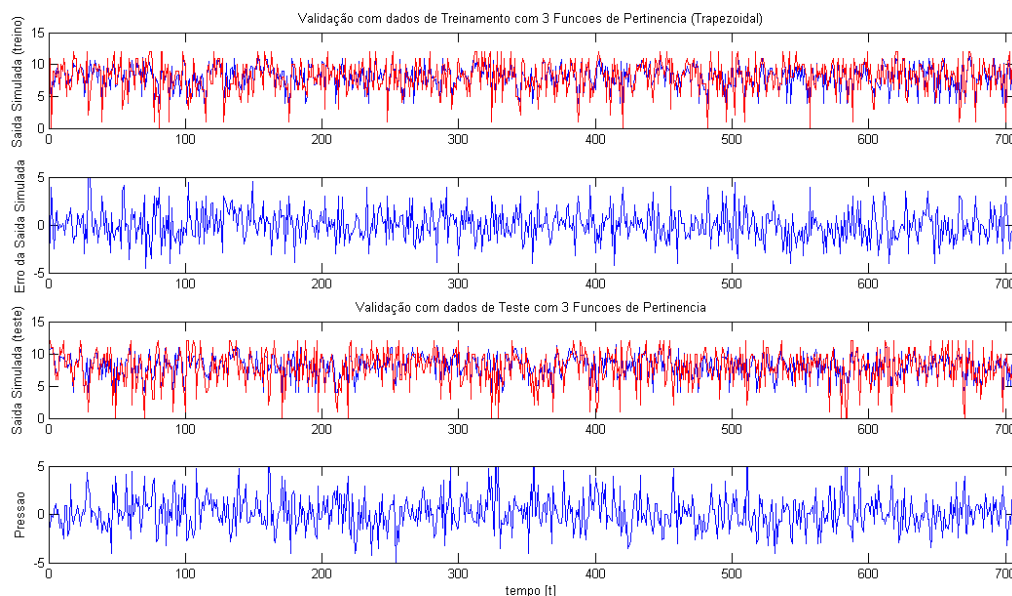


Figura 49 Dados experimentais de entrada, *Volume* e *Pressão*, na sua forma seqüencial por indivíduo e disposição aleatória dos dados para treinamento e teste com ANFIS.

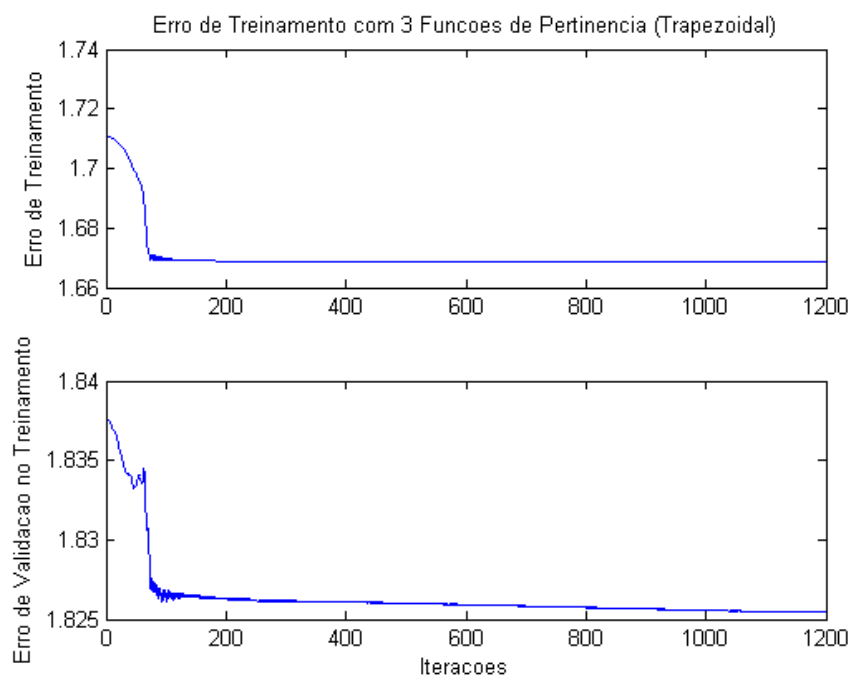


Figura 50. Curvas dos erros durante o processo de treinamento do ANFIS com três funções de pertinência Trapezoidal com dados de treinamento e treinamento e teste.

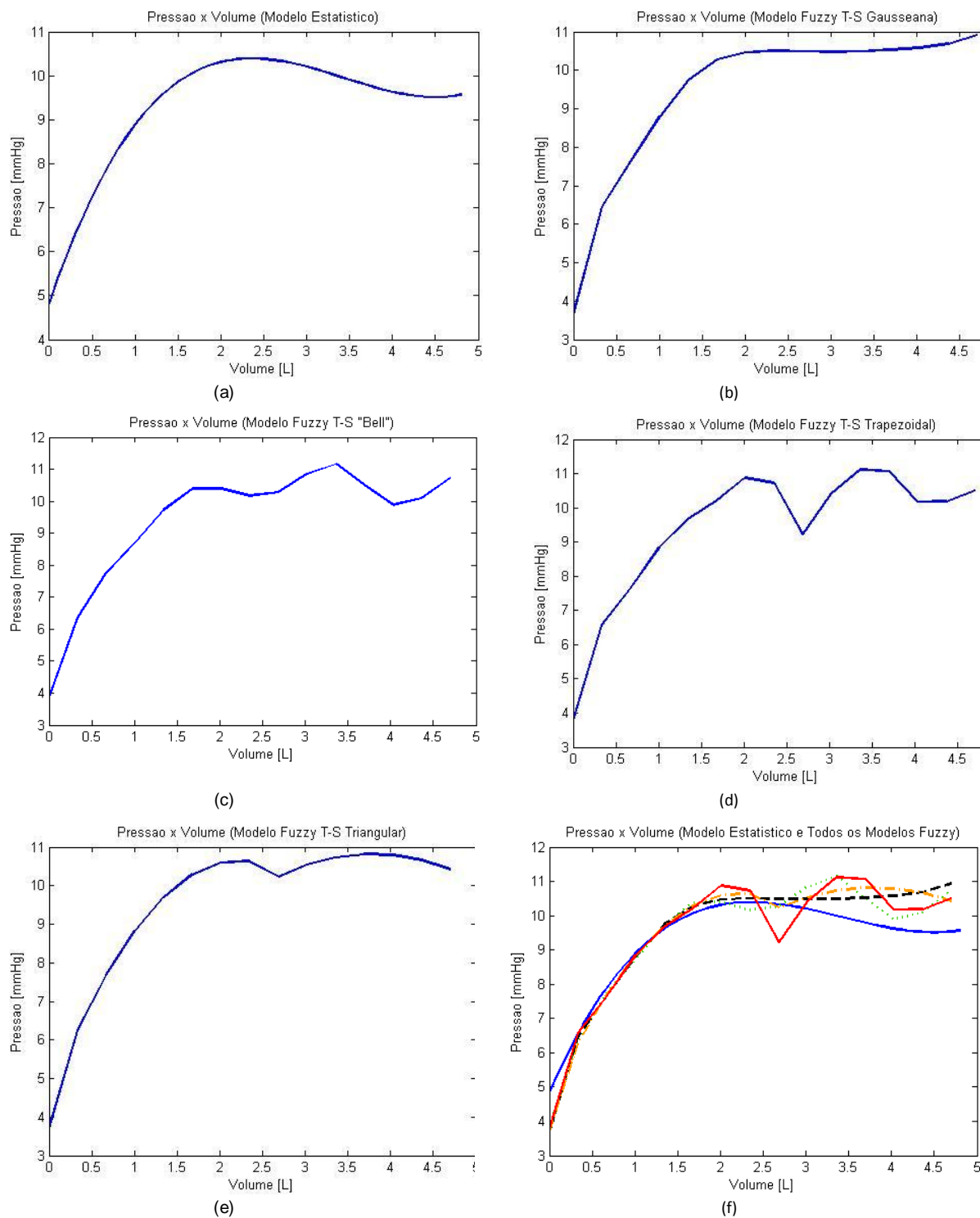


Figura 51. Análise comparativa do modelo estatístico (a) com os modelos Fuzzy Takagi-Sugeno-Kang (TSK) de primeira ordem com funções de pertinência Gausseana (b), Bell (c), trapezoidal (d), triangular (e) e a comparação entre todos (f).

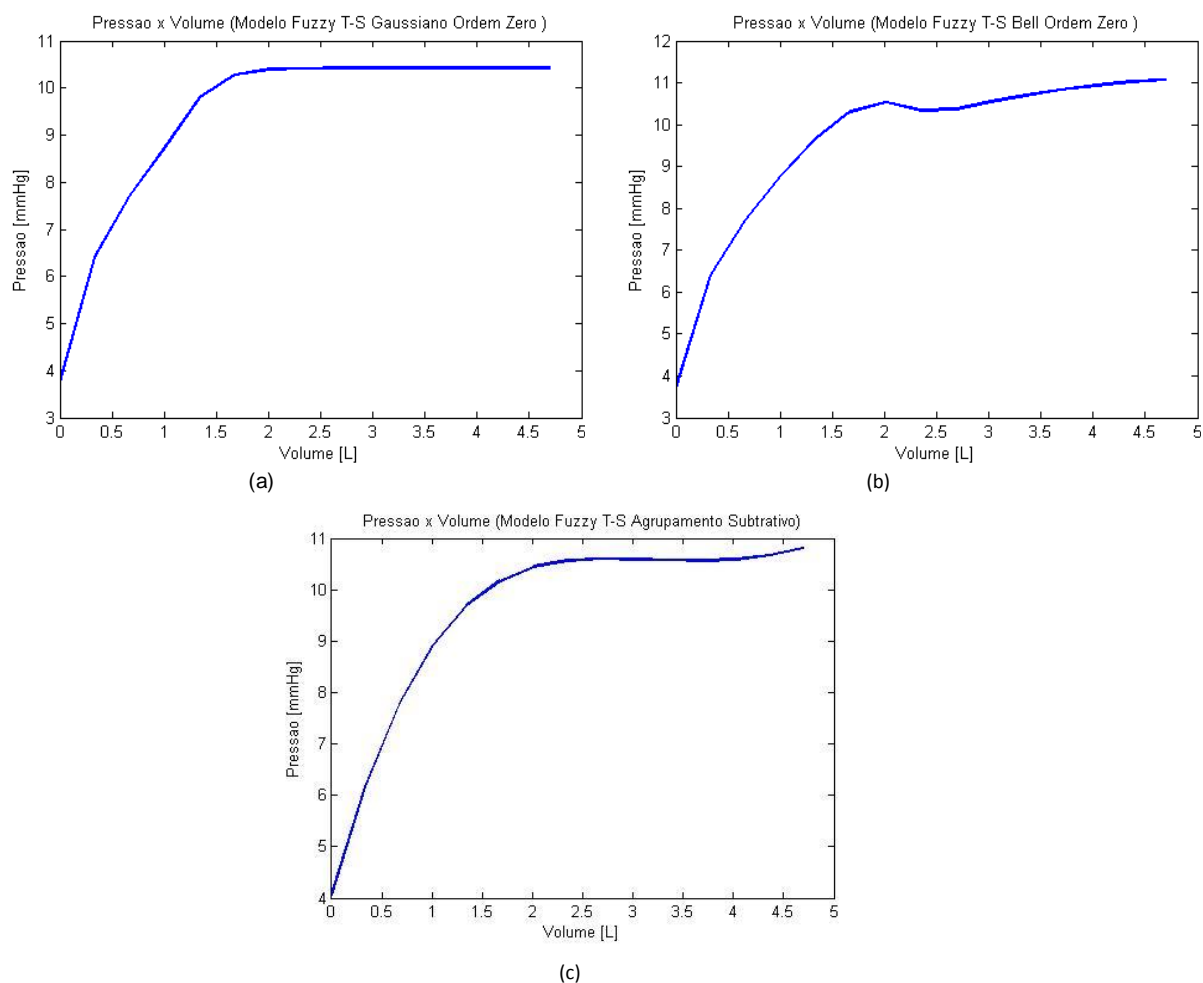


Figura 52 Modelos Fuzzy Takagi-Sugeno-Kang de ordem zero com funções de pertinência Gausseana (a), e Bell (b), assim como Modelo Fuzzy Takagi-Sugeno-Kang com Agrupamento por Subtração (c).

Tabela 47 .Comparação da adequação (R^2) entre os diferentes métodos inferenciais

Parâmetro	Regressão	Regressão	ANFIS	ANFIS	ANFIS	ANFIS
Comparativo	Polinomial	Polinomial	Inferência	Inferência	Inferência	Inferência
	Estatística	Estatística	Triangular	Trapezoidal	Bell	Gaussiana
Coeficiente de Determinação (R^2)	49%	55,67%*	58,65%	58,81%	58,73%	58,26%

* Com os dados que sofreram tratamento para construção do modelo fuzzy

O modelo que melhor representa o mapeamento entre volume e pressão é que usa a função trapezoidal de pertinência, que é dado a seguir com os seguintes valores para as funções de pertinência de volume:

$$y = \text{trapmf}(x, [a \ b \ c \ d])$$

$$f(x; a, b, c, d) = \max(\min((x-a)/(b-a), 1), \min((d-x)/(d-c), 0))$$

$$\text{mf1} = [-1.715 \ 0.735 \ 0.8474 \ 2.32]$$

$$\text{mf2} = [0.2331 \ 1.521 \ 3.4 \ 4.305]$$

$$\text{mf3} = [2.6 \ 3.914 \ 5.635 \ 6.615]$$

E para as saídas dadas como função de primeira ordem:

$$\text{eq.1} = [11.36 \ 3.466]$$

$$\text{eq.2} = [7.153 \ -7.064]$$

$$\text{eq.3} = [7.228 \ -23.24]$$

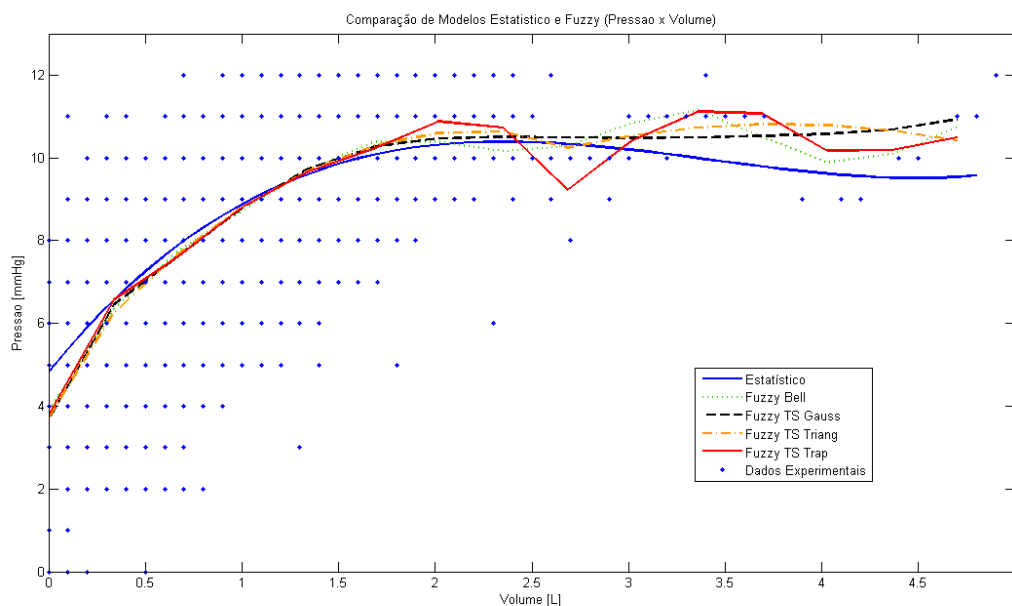


Figura 53 Análise comparativa do modelo estatístico e todos os modelos difusos com dos dados experimentais após treinamento.

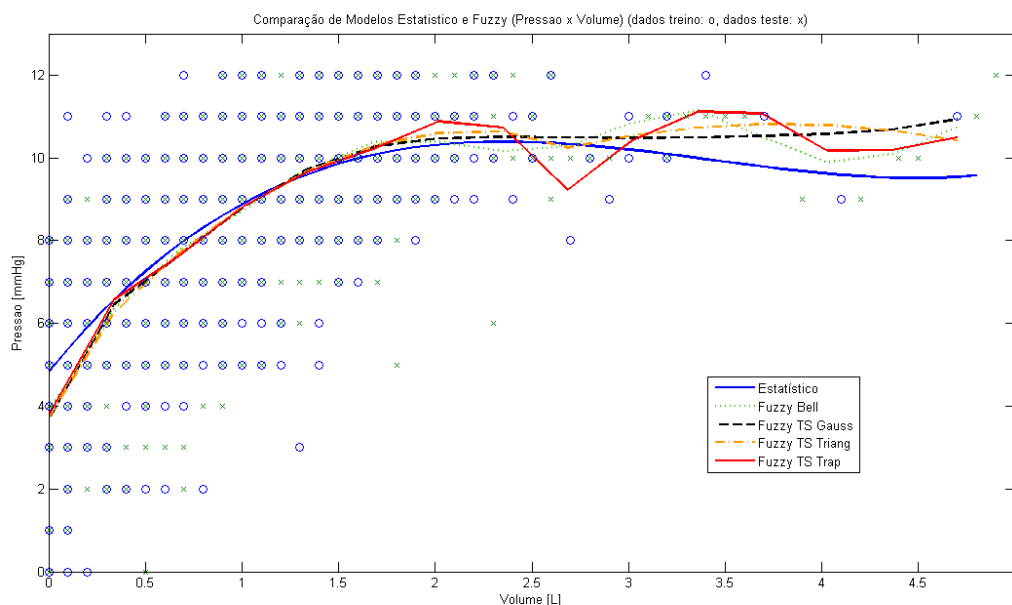


Figura 54. Análise comparativa do modelo estatístico e todos os modelos difusos com dos dados experimentais após treinamento detalhando os dados para treinamento ('o') e dados para teste ('x').

Sistema Difuso de Suporte a Decisão para posicionamento da agulha de Veress com variáveis de entrada Volume e Pressão e variável de saída Fluxo

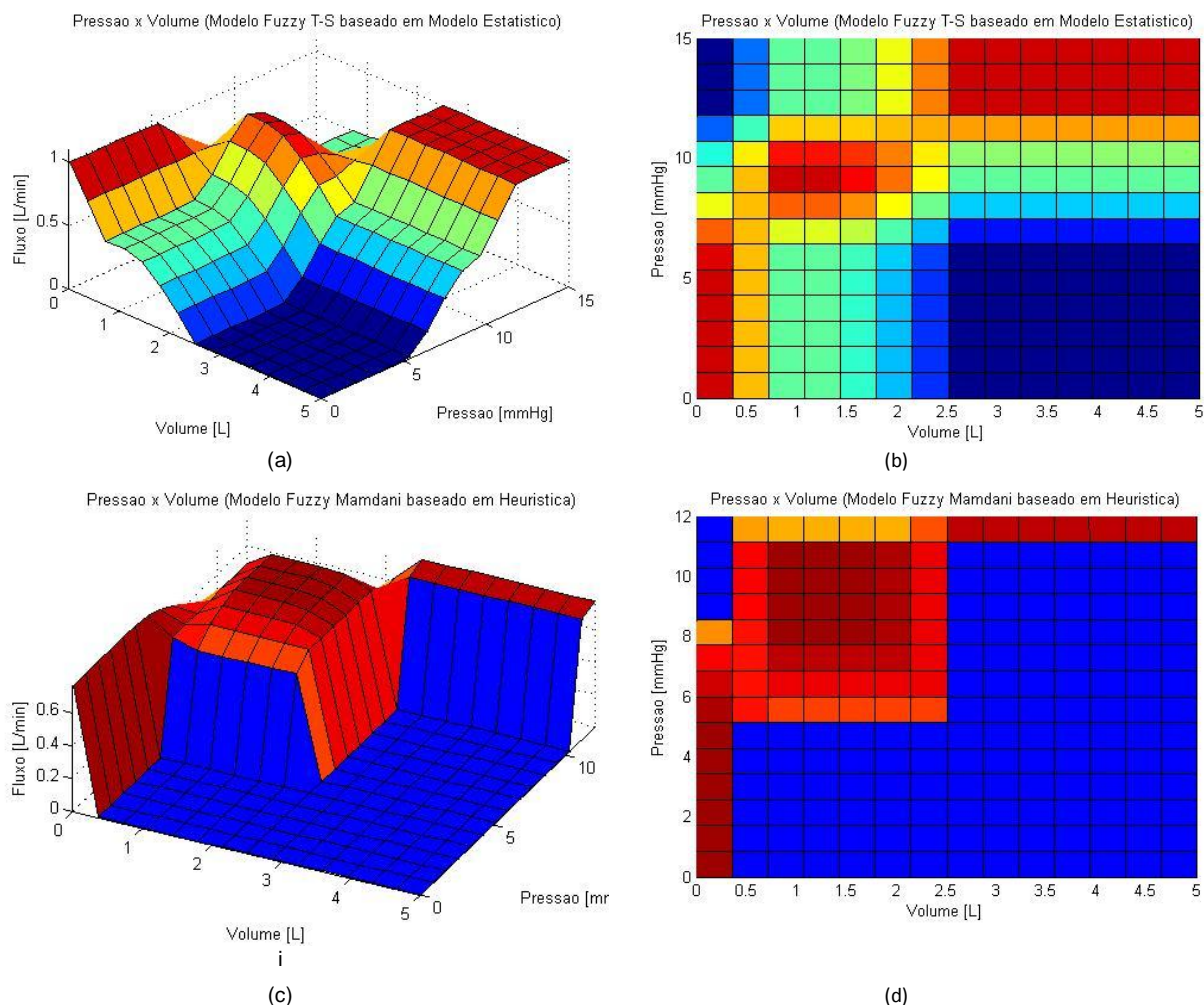


Figura 55. Modelos heurísticos Mamdani e Takagi-Sugeno-Kang, bases de conhecimento.

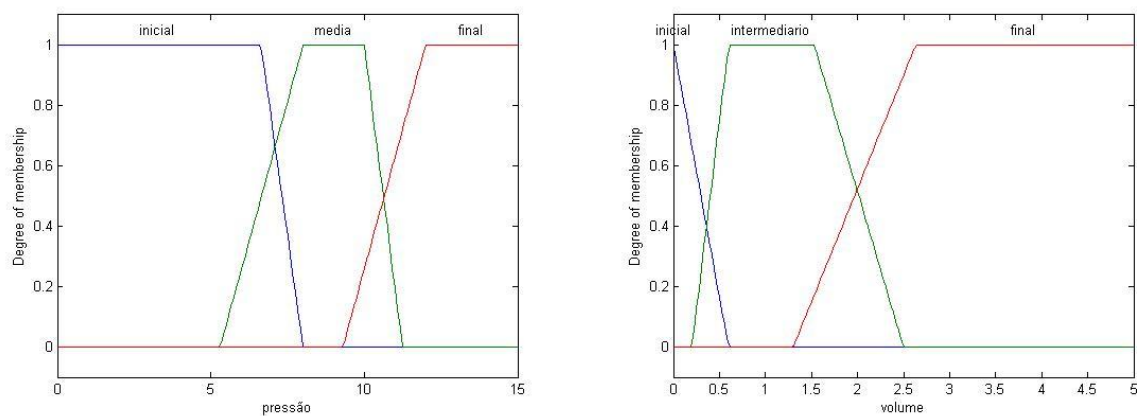
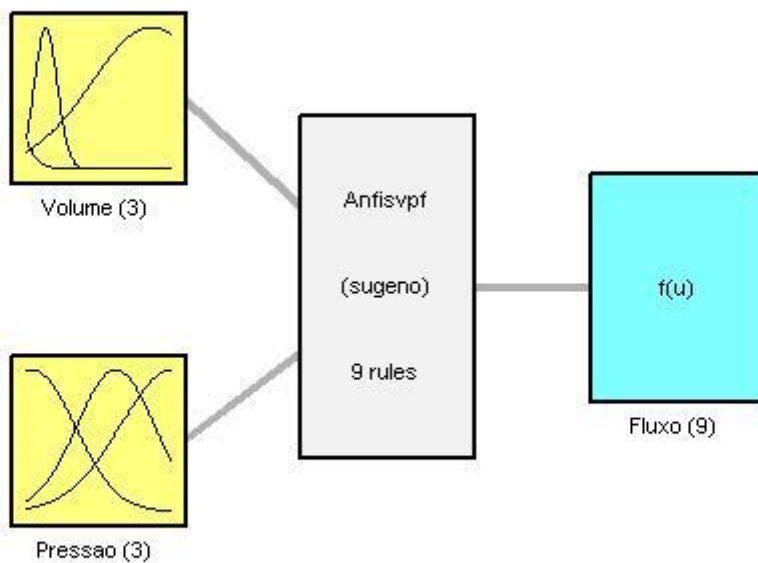


Figura 56. Funções de pertinência heurísticos para as variáveis pressão e volume.



System Anfisyvpt: 2 inputs, 1 outputs, 9 rules



Figura 57 Sistema Nebuloso de Suporte a Decisão. Regras.

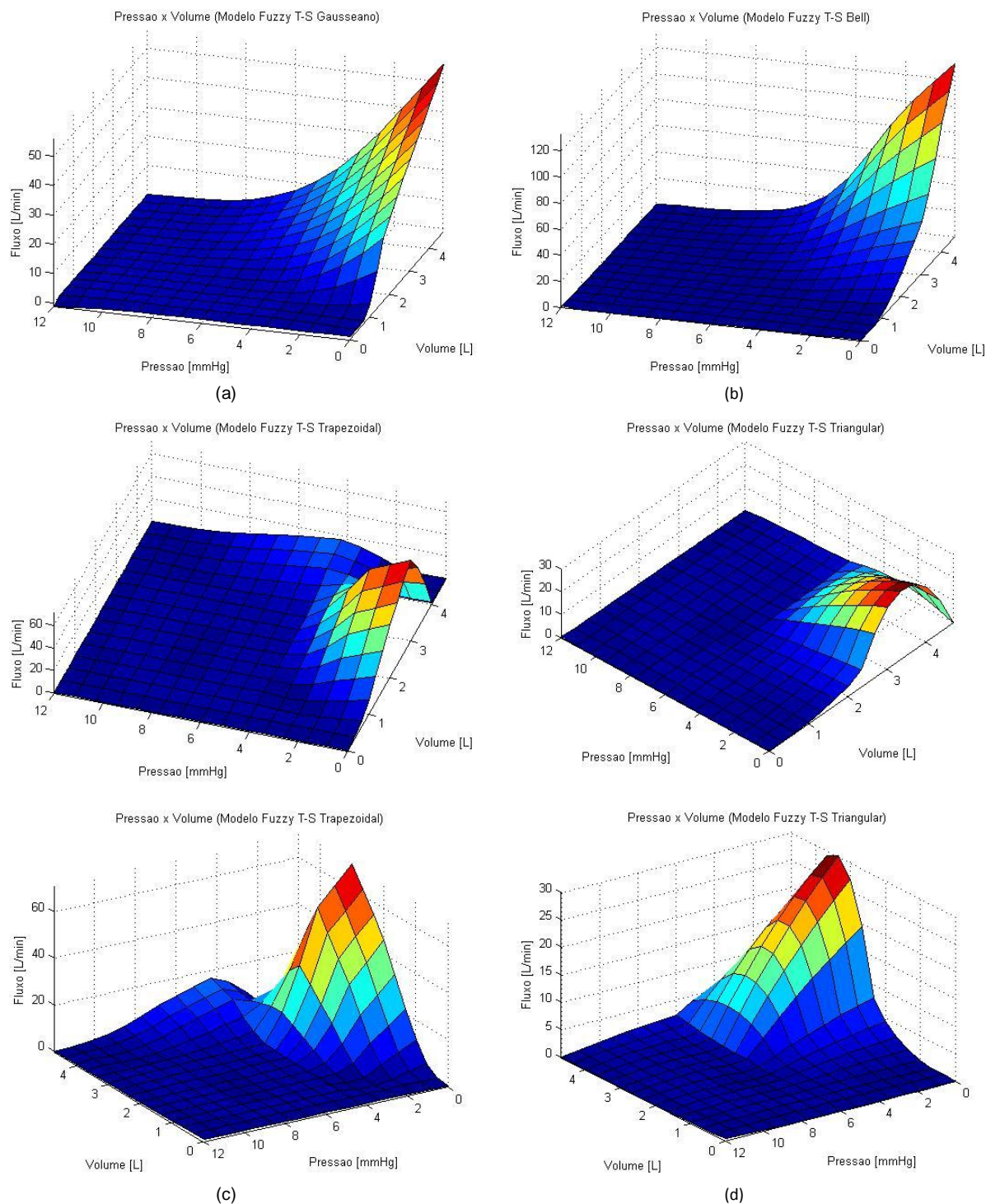
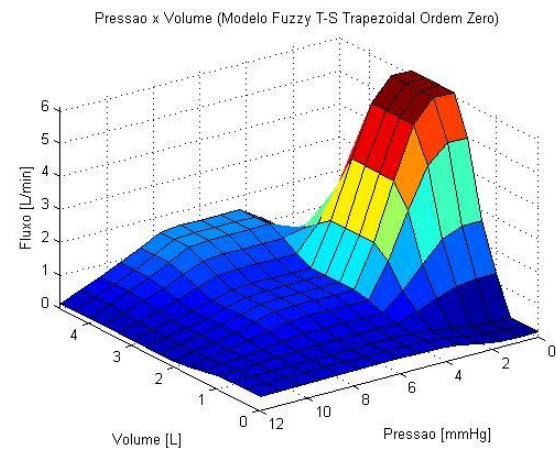
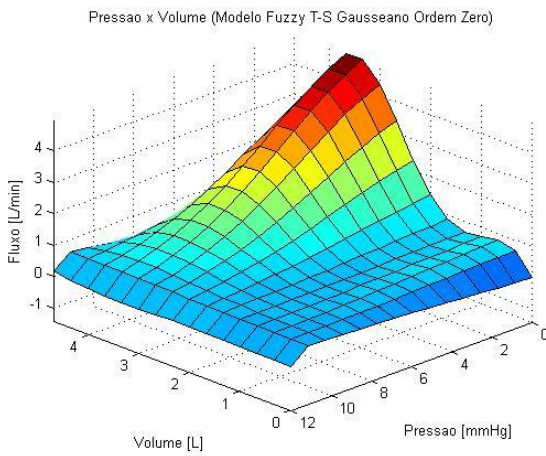
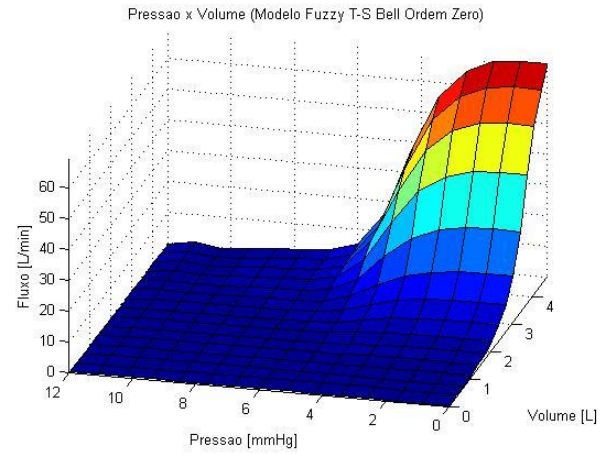
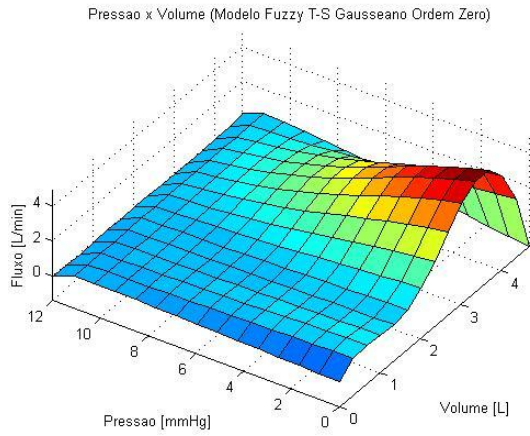
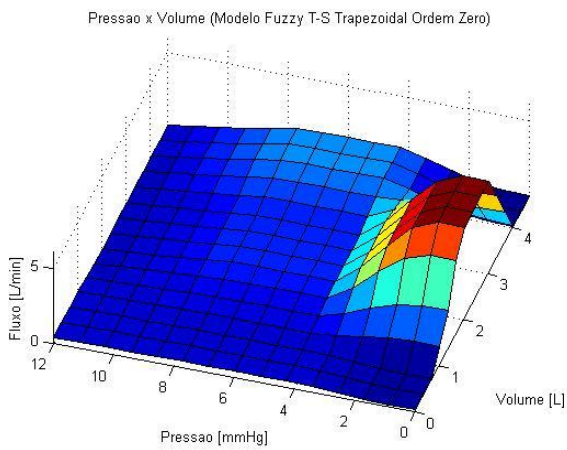


Figura 58 Sistema Fuzzy de Suporte a Decisão Takagi-Sugeno-Kang (TSK) de primeira ordem com funções de pertinência Gausseana (a), Bell (b), trapezoidal (c), triangular (d).

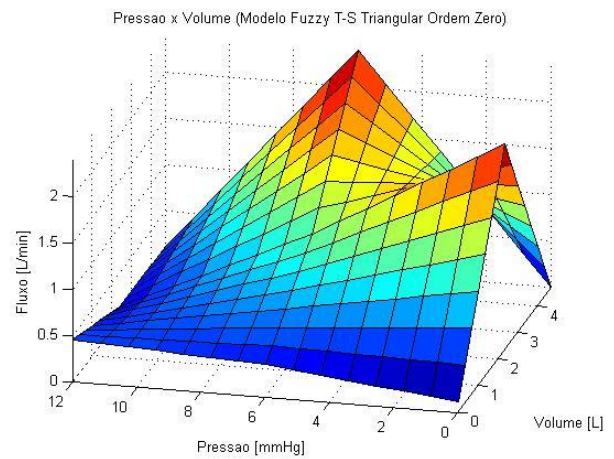


(b)

]](a)



(c)



(d)

Figura 59. Sistema Fuzzy de Suporte a Decisão Takagi-Sugeno-Kang (TSK) de Ordem Zero com funções de pertinência Gausseana (a), Bell (b), trapezoidal (c), triangular (d).

Sistema Difuso de Suporte a Decisão para insuflação com todas as variáveis de entrada e variável de saída Fluxo

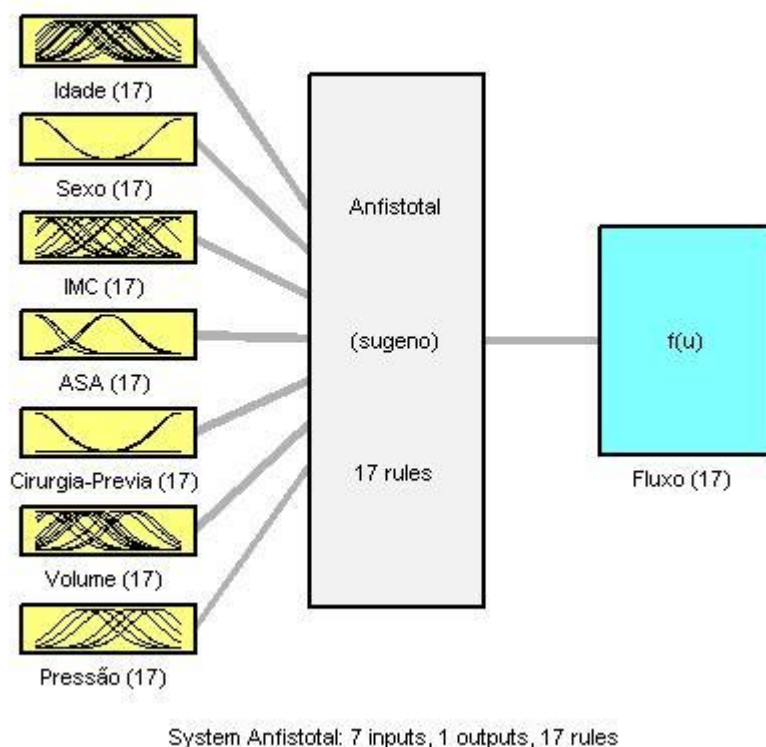


Figura 60. Sistema Fuzzy de Suporte a Decisão Takagi-Sugeno-Kang (TSK) de primeira ordem para insuflação com variáveis de entrada Idade, Sexo, IMC, ASA, Cirurgia Previa, Volume e Pressão e variável de saída Fluxo.

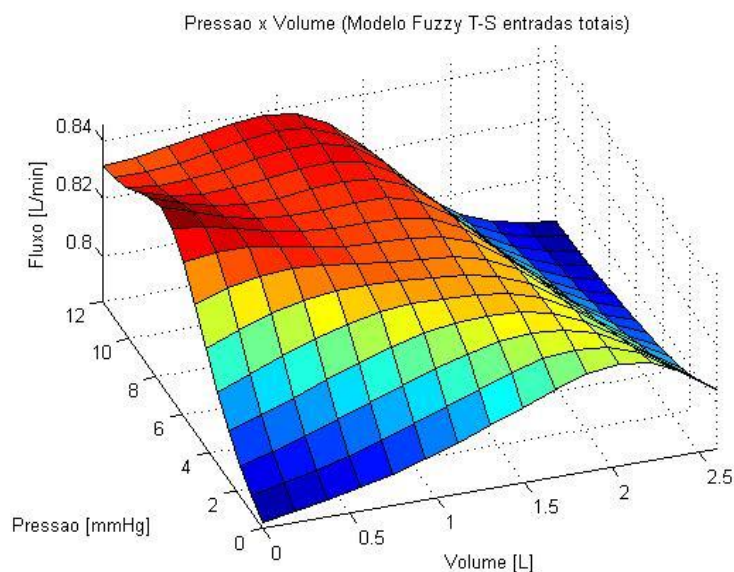


Figura 61. Sistema Fuzzy de Suporte a Decisão Takagi-Sugeno-Kang (TSK) de primeira ordem ANFISfistotal, superfície de decisão.

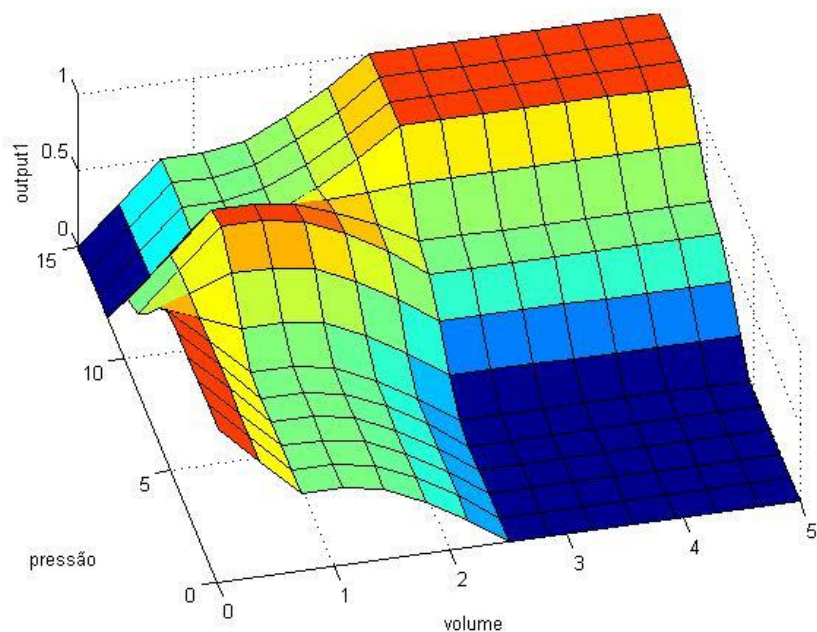


Figura 62. Sistema Fuzzy de Suporte a Decisão Heurístico e (TSK) de primeira ordem trapezoidal.

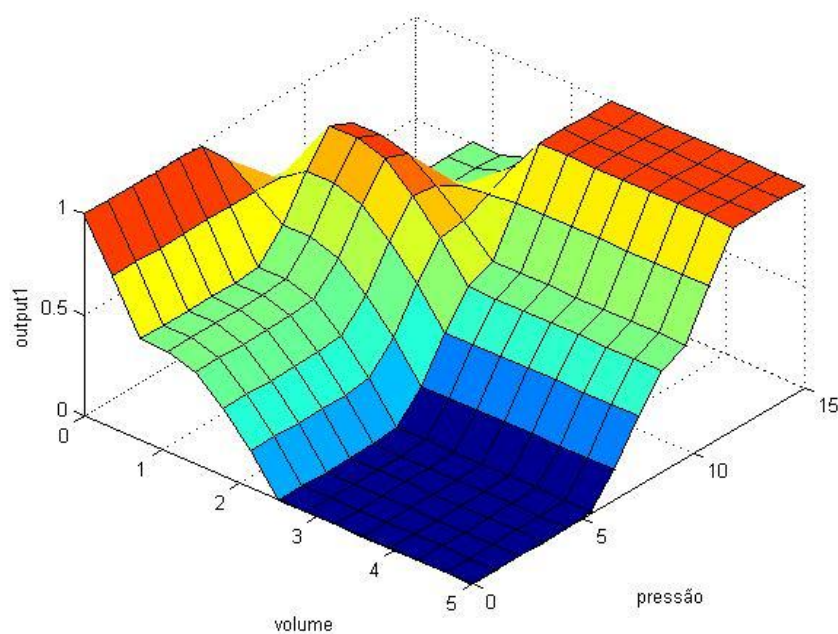


Figura 63. Sistema Fuzzy de Suporte a Decisão Heurístico e (TSK) de primeira ordem trapezoidal.

4 - DISCUSSÃO

A validade das provas para a localização da ponta da agulha de Veress na criação do pneumoperitônio já foi bem demonstrada²⁰, assim como também a adequação da adoção de parâmetros de volume e pressão durante a insuflação para assegurar a locação correta do gás no interior da cavidade peritoneal³⁷. Também foi demonstrado que a evolução da criação do pneumoperitônio se dá tão bem com a punção alternativa no hipocôndrio esquerdo como com a clássica, na linha mediana do abdome¹⁹.

Entretanto, a avaliação do grau de segurança do local de punção alternativo preconizado pelo grupo cirúrgico que realiza a presente pesquisa (hipocôndrio esquerdo) implicaria na utilização de amostras muito grandes, capazes de detectar a possibilidade de lesões graves de órgãos e estruturas intra-abdominais. Para comparar o risco desta punção com o risco da punção na linha mediana do abdome ao nível da cicatriz umbilical (0,05 a 1,8%), seria necessário um estudo prospectivo interessando 100.000 pacientes²¹. A maior segurança da punção do hipocôndrio esquerdo em comparação à punção clássica pode apenas ser deduzida a partir de considerações a respeito das relações topográficas das estruturas em risco, com vistas especiais para os grandes vasos retroperitoneais da linha mediana¹¹ e para a topografia preferencial na linha mediana das aderências peritoneais.

De fato, todos os ferimentos de grandes vasos por agulha de Veress descritos na literatura foram causados por punções na linha média do abdome, realizadas nas proximidades da cicatriz umbilical¹². O risco da ocorrência desse tipo de lesão iatrogênica é minimizado quando as punções são feitas lateralmente^{14, 15}.

Adicionalmente, pacientes com cirurgia abdominal prévia têm risco aumentado de lesões viscerais por agulha de Veress por causa de aderências peritoneais, que tipicamente se localizam ao nível da cicatrização da incisão cirúrgica do peritônio parietal anterior. Estudos necroscópicos encontraram aderências em 74% a 95% de pacientes com intervenções cirúrgicas abdominais prévias³. As incisões medianas são as que apresentam o maior risco de aderências

em torno da cicatriz umbilical. Não obstante, mesmo incisões abdominais afastadas do umbigo podem determinar a formação de aderências na região periumbilical³.

Por outro lado, há relatos de menor risco de lesão iatrogênica¹⁴⁻¹⁶ quando a punção é efetuada no hipocôndrio esquerdo, pelo fato desta situação ser fora da linha média, onde há maior chance de ocorrer lesões dos grandes vasos retroperitoneais¹⁴⁻¹⁵.

Não obstante, na punção no hipocôndrio esquerdo deve-se ter em conta eventuais lesões dos vasos epigástricos superiores e das estruturas imediatamente posteriores à parede abdominal anterior no local da punção, como é o caso do corpo gástrico, cólon transverso e omento maior.

Entretanto, os troncos e os ramos de maior calibre dos vasos epigástricos superiores nunca se situam a uma distância maior que oito centímetros da linha média do abdome, de forma que as punções realizadas além dessa distância evitam lesões dos referidos vasos^{37,39}.

O valor das provas e parâmetros estabelecidos para avaliar a segurança no desenvolvimento do pneumoperitônio foi demonstrado, por Azevedo¹⁸, em pacientes sem cirurgias abdominais prévias, passado de afecções inflamatórias intra-abdominais e com IMC abaixo de 30. O referido autor encontrou valores de sensibilidade, especificidade, predição positiva e negativa para cada prova realizada e demonstrou aquela que atinge 100 % em todos estes quesitos: a Prova Pressão Intraperitoneal Inicial (PPII).

Azevedo definiu como PPII não só a pressão medida pelo insuflador antes de iniciar-se a insuflação, mas também a constatada após os 10 segundos iniciais. Estabeleceu como limite superior de segurança o valor de 8 mmHg - valores que permanecessem acima significariam posicionamento errôneo-, e encontrou valor médio inicial em torno de 4 mmHg.

Com a fixação dos momentos a partir do início da insuflação em intervalos de 20 segundos e com a verificação dos valores de pressão e os volumes injetados, Azevedo construiu curvas de regressão que utilizaram os intervalos de tempo como variável fixa, e a pressão e o volume como variáveis dependentes. Também foram construídas curvas de regressão, com valores de pressão e volumes injetados, em

momentos a partir do início da insuflação com intervalos de 20 segundos, com o estabelecimento de duas equações, tempo/volume e tempo/pressão, com a finalidade de prever os valores adequados para determinados momentos da insuflação..

Foi utilizada a mesma metodologia na coleta e processamento dos dados no presente estudo, e os resultados das provas do posicionamento correto da ponta da agulha não mostraram diferença significativa quando comparados com o estudo de Azevedo. Com isso foi validado o valor preditivo das provas também para uma amostra sem restrições. Restava comparar os comportamentos das curvas de regressão tempo/volume e tempo/pressão entre os dois grupos.

Na comparação entre os grupos em relação às curvas de regressão tempo/volume e tempo/pressão, foram observadas diferenças significantes, principalmente em relação ao tempo de insuflação, que foi maior no grupo estudado. Atribuiu-se este achado aos diferentes fluxos registrados, apesar do ajuste prévio do mesmo em 1,2L/min. Deduziu-se que agulha interferiu na velocidade de insuflação, uma vez que foi o único fator diferente entre os grupos – o insuflador utilizado foi o mesmo-, com a utilização de agulhas descartáveis no primeiro grupo e uma agulha permanente no presente estudo. As diferenças entre as agulhas – o diâmetro das válvulas p.ex. - podem oferecer diferentes resistências à passagem do gás.

A variável fluxo é uma relação de volume por tempo, sendo o volume realmente insuflado o fator mais importante. Na prática clínica, nos momentos iniciais da produção do pneumoperitônio, a maior atenção é dispensada ao volume de gás insuflado³⁶ do que ao tempo decorrido para produzir a pressão intraperitoneal. Pois o fluxo pode variar muito, com a possibilidade de ser interrompido em decorrência de obstruções parciais da ponta da agulha por contacto com alguma víscera; ou de ser aumentado, devido à uma acomodação rápida da cavidade à insuflação, e mesmo sofrer variações devido as diferenças de elasticidade da parede abdominal.

Nesta etapa, as fibras musculares da parede abdominal alongam-se, criando o espaço de trabalho, sempre que a pressão decorrente do volume insuflado iguala ou supera a tensão da parede. Os gráficos de cada paciente para o comportamento da pressão durante a insuflação mostraram que a pressão atinge um determinado

valor para um momento determinado ou volume insuflado e na mensuração seguinte, a mesma diminui, e assim sucessivamente até atingir o valor pressórico final pré-determinado. Este comportamento corresponde à distensão progressiva da parede, em que a musculatura, apesar da curarização, não atinge seu ponto máximo de estiramento, cujo limite é determinado pelo envoltório conjuntivo. Ocorre o alongamento paulatino, mas não gradual, das fibras musculares até o limite dado pelo envoltório conjuntivo. É comum na prática clínica, no decurso de um procedimento por via laparoscópica, que o súbito aumento da pressão intra-abdominal e a diminuição do espaço de trabalho, correspondam ao fim do efeito curarizante⁴⁰ da droga utilizada, e a retomada do tônus normal da musculatura da parede abdominal.

Empiricamente, o cirurgião vê como sinais de alarme a disparidade entre volumes insuflados e pressões registradas⁴⁰. No caso de pequeno volume com alta pressão, a conclusão de que a agulha não está adequadamente posicionada é rápida, e muitos insufladores interrompem automaticamente seu fluxo. O caso de grande volume insuflado com baixa pressão, raramente é interpretado como motivo de alarme, pois apenas pode estar ocorrendo um vazamento do sistema, mas pode indicar a ocorrência da punção de uma víscera oca e sua insuflação ou, muito mais nefasta, a punção de um grande vaso.

Os resultados da comparação das curvas de regressão tempo/volume e tempo/pressão mostraram diferenças significantes entre os diferentes subgrupos (de acordo com sexo, IMC, existência ou não de cirurgia prévia) somente quanto ao volume final necessário para atingir a pressão de 12 mmHg. Isso realçou a maior importância do volume como parâmetro de avaliação da posição correta da ponta da agulha durante a insuflação, quando comparado ao tempo.

Os achados demonstraram pressões diferentes para os mesmos volumes injetados de gás e diferentes volumes requeridos para atingir a pressão final de 12 mmHg nos diferentes subgrupos estudados. Estes resultados indicam que o volume do gás injetado provoca alterações nas medidas de pressão intraperitoneal em função do espaço possível de ser criado pela insuflação, que dependerá do volume das vísceras e da capacidade de distensão da parede abdominal e da sua elasticidade⁴¹.

Os estudos de correlação entre volume e pressão com os dados de Azevedo¹⁸ e os do presente estudo mostraram em ambos um coeficiente de correlação forte, o que levou ao estudo seguinte: o estudo da relação de dependência da variável pressão da variável volume, através de curvas de regressão.

Determinando agora o volume insuflado como a variável independente, e a pressão intraperitoneal como a variável dependente, foram construídas curvas de regressão polinomial. Estas mostram o comportamento esperado da pressão mediante os volumes insuflados para cada um dos grupos e nos subgrupos de acordo com sexo, IMC e existência ou não de cirurgia prévia. Fatores estes que podem afetar tanto o espaço interno como a elasticidade da parede.

A comparação entre o grupo de Azevedo e o grupo deste estudo (considerando o número total) mostrou diferenças evidentes e significantes nas curvas, o que foi atribuído às diferenças das amostras. Porém, nas comparações entre os diferentes subgrupos, a única significantemente diferente foi a curva do subgrupo IMC abaixo de 25, tendo todas as demais, sobreposição de seus intervalos de confiança. Ao relacionar estes achados com os resultados das comparações curvas pressão x volume, ficou demonstrado que as diferenças entre os grupos, atribuídas às diferentes necessidades volumétricas, não eram relevantes em relação ao comportamento da pressão como função do volume, ao menos não neste modelo de análise.

O espaço de trabalho da videolaparoscopia é virtual e o volume de gás necessário para sua criação, depende do volume ocupado pelos órgãos e da complacência da parede abdominal.

Com a finalidade de mapear as alterações que ocorrem na forma da parede durante a insuflação, Song et al.⁴² realizou pesquisa com amostra de 18 pacientes, 9 homens e 9 mulheres, com IMC de $27,5 \pm 4,1$, utilizando uma modelagem computacional com sensores infravermelhos. Esses autores demonstraram que, durante a insuflação, a parede abdominal deforma-se, passando de um cilindro para uma estrutura semelhante a um domo. Devido às características anatômicas da parede abdominal, com as suas diferentes camadas de musculatura e folhetos

aponeuróticos, essa estrutura tem uma capacidade de deformação duas vezes maior no plano longitudinal do que no transversal.

Os autores constataram que a área média de expansão da superfície da parede abdominal anterior era de 20%. Por outro lado, o volume do espaço intraperitoneal calculado era em torno de $1.27 \times 10^{-3} \text{ m}^3$. Entretanto, o volume de gás que foi injetado foi 34% superior a isso, isto é, da ordem de $1.7 \times 10^{-3} \text{ m}^3$. Esta diferença de aumento de volume foi atribuída à acomodação do espaço intra-abdominal, que inclui alterações da forma e do movimento diafragmático, e ao volume de gás insuflado necessário para elevar a pressão até 12 mmHg. Foi demonstrado que a elasticidade da parede varia de acordo com o sexo, sendo menor nos homens, mesmo sob o efeito de curare.

Siddins⁴³ discutiu a interferência artificialmente provocada por meio de adesivos protetores de pele, no comportamento da complacência da parede abdominal, durante a insuflação. Foi demonstrado diferenças de aumento de até 10% no volume após a retirada dos adesivos da pele. Similarmente, fatores que possam interferir com a elasticidade da parede, como é o caso das cicatrizes abdominais, podem ser também relevantes. No caso das mulheres, a freqüente lassidez da parede da múltipara, pode ser alterada por abdominoplastia, onde uma plicatura que simula um fechamento longitudinal é realizada. Se a mulher tem a parede mais elástica, será nela também que as maiores diferenças decorrentes da perda de elasticidade ficam menos evidentes. No sexo masculino, onde a parede é normalmente mais rígida, qualquer aumento nesta rigidez poderá fazer diferença perceptível.

O sentido da cicatriz, decorrente de incisão longitudinal ou transversal no abdômen, certamente faz diferença, pois a secção que mais comprometerá a expansão transversal (a menor) será a que aumentará a rigidez da parede e vice-versa, como atestam os estudos sobre as linhas de forças sobre as incisões como agentes de eviscerações ou hérnias incisionais. Sendo o músculo transverso do abdômen o maior responsável em sua mobilização pelo aumento da pressão intra-abdominal⁴¹, a diminuição de seu diâmetro por cicatrizes, certamente terá efeitos também na elasticidade da parede abdominal.

A distribuição dos subgrupos segundo o IMC mostrou diferenças evidentes quanto ao volume necessário para atingir a pressão de 12 mmHg. Sendo o IMC um índice entre altura e peso, que visa estabelecer parâmetros entre normalidade, sobrepeso ou obesidade, pode demonstrar falhas nos casos de pessoas com grande massa muscular ou magras com ossos grandes sendo, entretanto, aceito como um indicativo indireto de massa gordurosa corporal em sedentários. Os efeitos da camada adiposa da parede abdominal sobre a pressão intraperitoneal durante a insuflação ainda não foram estudados, mas sabe-se que na obesidade visceral o espaço a ser insuflado será menor o que, porém, não interfere com os valores iniciais da pressão.

Parece plausível que um panículo adiposo mais espesso entre a pele e a camada muscular da parede, também possa diminuir o espaço que a distensão da pele permitiria ao chegar ao seu limite de elasticidade, com diminuição ou redução do espaço intra-abdominal e uma necessidade de menor volume de gás para a insuflação. Há ainda a considerar o efeito do peso de um panículo excessivamente grande exerce sobre a cavidade abdominal, o que aumentaria por si só a pressão intra-abdominal^{44,46}. Apesar disto, porém, a amostra de pacientes obesos não foi suficiente para demonstrar diferenças, o que necessariamente requer novos estudos com amostras maiores desta população.

Ficou evidente que a pressão intraperitoneal é função do volume injetado, e tem como fatores moduladores o espaço final a ser criado e a resistência ou elasticidade da parede à pressão exercida pelo gás durante a insuflação da cavidade. Com o estabelecimento de um modelo de previsão de comportamento adequado da pressão, de acordo com o volume que leve em conta os fatores moduladores, pode-se dizer quando estará ocorrendo um erro, no caso o posicionamento inadequado da agulha.

Digno de nota ainda é o comportamento da curva de pressão como função do volume insuflado, onde nota-se um patamar que é atingido logo após o início da insuflação, que corresponde à criação do espaço de trabalho. O patamar fica entre os valores pressóricos de 8 a 10 mmHg, mesmo com o contínuo aumento do volume, até que finalmente atinge os valores de 11 e 12 mmHg. Nota-se que o aumento de volume necessário para atingir a pressão de 12 mmHg comparado com

o limite de 10 a 11mmHg é muito pequeno para corresponder a um aumento eficiente de área de trabalho, sendo na realidade o volume necessário para elevar a pressão intraperitoneal, sem ganho correspondente de espaço.

Como já apontado⁴² e utilizando-se a equação de Boyle-Mariott para gases ($V_1.P_1 = V_2.P_2$) e considerando o espaço intra-abdominal como constante a partir de uma pressão de 8 mmHg, podemos demonstrar que :

$$V_1.8\text{mmHg} = V_2.12 \text{ mmHg}$$

$$V_1 = V_2.12\text{mmHg}/8 \text{ mmHg}$$

$$V_1 = V_2.3/2$$

ou seja, o volume de gás injetado para atingir a pressão de 12 mmHg, é um terço do volume final, sem ganho efetivo de espaço.

Este estudo e os antecedentes já estabeleceram que o valor médio da pressão intraperitoneal inicial, em pacientes curarizados é em torno de 4 mmHg. O valor da pressão intraperitoneal em condições normais, é sabido estar entre 8 e 11 mmHg, podendo chegar a 300 mmHg durante tosse ou esforço defecatório. A vasta literatura a respeito das conseqüências da elevação da pressão intra-abdominal na síndrome compartimental abdominal, cita os efeitos deletérios de uma pressão prolongada acima de 12 mmHg e estabelece que pressões acima de 20 mmHg exigem medidas descompressivas de urgência⁴⁷.

Relatos da literatura citam os efeitos do pneumoperitônio na perfusão dos órgãos intra abdominais⁴⁵, queda da complacência pulmonar⁴⁸, alterações enzimáticas hepáticas^{49,50,51,52} e outros como diminuição da filtração renal e do retorno venoso com aumento da resistência periférica⁴⁵, que regredem dependendo do nível pressórico e do tempo a que durou a exposição à hipertensão. Apesar de poucas repercussões clínicas, são efeitos adversos, e que muitas vezes são utilizados como argumentos para a não realização de videolaparoscopias em pacientes com doenças cardíacas ou coronarianas, mais susceptíveis as flutuações pressóricas. Para muitos a mensuração da PI deveria ser rotineira na prática clínica⁵³.

Apesar de não ter sido o foco deste estudo, é uma consideração a ser feita que para maior segurança na produção do pneumoperitônio para a videolaparoscopia, os valores máximos considerados como fisiológicos para a pressão intra- abdominal fiquem entre 10 ou 11 mmHg⁴⁷. Pois o aumento da pressão acima destes níveis não corresponde a ganho efetivo de espaço de trabalho, ou ganho que compense o aumento do risco de complicações para o paciente⁴². A utilização de dados antropométricos – utilizando a medida xifo-púbica, da cintura pélvica e o IMC- em fórmulas para cálculo do espaço efetivo e o volume de gás necessário para produzir o pneumoperitônio com segurança já foi relatada⁵⁴, porém para níveis pressóricos de 15 mmHg e não teve muita aceitação por sua pouca praticidade. O aumento da segurança na produção do pneumoperitônio e sua manutenção em limites seguros, utilizando também formulações antropométricas junto com o estudo das repercussões clínicas e laboratoriais, configuram-se como a próxima etapa deste caminho.

A plotagem de todas as curvas volume/pressão permitiu a visibilização das sobreposições, das poucas diferenças, e da confiabilidade no modelo matemático de previsibilidade de pressões de acordo com volumes insuflados. Sinteticamente, agruparam-se os resultados individuais, buscando valores de tendência para suas ocorrências, possibilidades de correlações e dependência entre as variáveis envolvidas, e o efeito das variáveis moduladoras. A construção das curvas de regressão concluiu o processo de modelagem com as equações obtidas.

O grau de ajuste dado pelo coeficiente de explicação, R^2 , para cada regressão polinomial, não pode ser considerado forte (acima de 0,75), porém os graus de ajustes nas curvas produzidas pelo ANFIS (Adaptive Neural Fuzzy Inference System) são mais fortes, como demonstra a tabela 47. Percebe-se que o sistema inferencial baseado em métodos estatísticos, perde as especificidades de comportamento da amostra na busca de suas relações mais gerais. E a comparação dos diferentes subgrupos, passa a necessitar de amostras cada vez maiores para que a margem de erro das inferências fique abaixo de 5%. Numa rápida estimativa, tendo duas variáveis a separar os subgrupos como sexo, e depois a presença ou não de cirurgia e ainda o IMC, e colocando 30 pacientes em cada subgrupo, seria necessária uma amostra com no mínimo 360 indivíduos. Se for levado em conta que as diferenças entre os subgrupos possam requerer grandes

amostras para poderem ser detectadas, o tamanho da amostra facilmente alcançará a casa do milhar.

A utilização de equações complexas como um sistema de suporte de decisões, dificilmente encontra lugar na prática clínica, como já demonstrado pelo exemplo de Campos⁵⁴. Neste particular, os sistemas construídos baseados na lógica *fuzzy* têm evidentes vantagens, tanto pela sua simplicidade de construção, pela possibilidade da utilização do conhecimento do especialista (heurístico), como pela inferência de regras obtida diretamente dos dados numéricos.

Em casos como o do presente estudos, no qual todas as variáveis mensuradas são dados numéricos, excetuando-se pelas variáveis categóricas de sexo e presença ou não de cirurgias – que puderam ser representadas como números-, as regras foram construídas com seus consequentes como relações de primeira ordem, ou mesmo de ordem zero.

Os gráficos das figuras 51 e 52 permitem a visibilização da comparação entre as curvas da função pressão por volume produzida por inferência estatística, através de regressão polinomial, e as produzidas por inferência *fuzzy*, através do ANFIS. As diferentes curvas correspondem a diferentes funções de pertinência (gausseana, Bell, trapezoidal e triangular) utilizadas no processo de *fuzificação* dos dados de entrada.

Nota-se que apesar de que os modelos Takagi-Sugeno-Kang trabalham transformando uma função de terceira ordem, como a curva polinomial produzida pela estatística, em equações de primeira ordem ou mesmo de ordem zero, numa grande simplificação de processamento, não houve perda da sensibilidade à distribuição dos dados, ocorrendo mesmo o contrário em algumas curvas. Ou seja, a simplificação das funções de relações entre as variáveis é largamente compensada pela capacidade de captar e agrupar os dados de uma forma mais particularizada, o que gera uma curva que margeia um número maior de pontos, ou no mínimo, número similar ao modelo estatístico. Como a diferença dos coeficientes de explicação (R^2) demonstrou claramente na tabela 47.

Nas figuras 60 e 61 pode-se ver o resultado de uma modelagem pelo ANFIS utilizando-se múltiplas variáveis independentes como entradas, e o fluxo como

variável dependente de saída. Nota-se que é possível fazer a variação das entradas separadamente, estudando-se seu efeito no comportamento da pressão. Em geral, uma análise com um grande número de dados, como o presente estudo, é uma ferramenta de grande utilidade na discriminação entre a(s) variável (eis) independente(s) e as moduladoras.

Na construção de um sistema difuso (*fuzzy*) a representação que melhor desempenho apresentou foi aquela que utilizou o conhecimento prévio (Mamdani) seguido pelo construído (figuras 55, 56, 57, 62 e 63) de forma inferencial traduzido por relações de primeira ordem (Takagi-Sugeno-Kang). O que confirma a excelência na inferência das regras dos dados pelo ANFIS e, corrobora que a construção heurística melhora em muito o desempenho do sistema proposto.

A lógica nebulosa ou difusa (*fuzzy*), nada tem de nebulosa ou difusa, ao contrário, é uma lógica precisa da imprecisão e do raciocínio aproximado³¹. Pode ser vista como um esforço na formalização ou mecanização de duas notáveis habilidades humanas. A primeira é a capacidade de conversar, raciocinar e tomar decisões racionais em um meio de imprecisão, incerteza, incompletude de informações, conflito de informações, verdades parciais e parcialidade de probabilidades – em suma, um ambiente de informações imperfeitas. E a segunda, é a capacidade de realizar uma larga variedade de tarefas mentais e físicas sem qualquer medida ou computação.

A similaridade com o raciocínio na área de ciências da vida, principalmente com a prática clínica é muito grande, e com certeza é o ponto de intersecção entre estas diferentes áreas do conhecimento. Intersecção esta até hoje em grande parte realizada através da Estatística²⁶, mas que a Lógica Difusa ganha espaço dia a dia^{55,56,57,58}. Nas palavras de Zadeh, o importante é reconhecer que alguns problemas caem inteiramente dentro do território da teoria probabilística e que outros inteiramente no território da teoria da possibilidade. Mas na maioria dos casos de interesse prático, ambas as teorias podem e devem ser utilizadas em combinação, para prover soluções realísticas para problemas de análise de decisão sobre incerteza^{58,59,60}.

5 - CONCLUSÕES

A punção com agulha de Veres no hipocôndrio esquerdo na criação do pneumoperitônio é segura e eficiente em amostragem extraída indiscriminadamente da população de pacientes submetidos à videolaparoscopia.

As cinco provas testadas em conjunto são adequadas para orientar o cirurgião quanto ao posicionamento correto da ponta da agulha de Veress no início da insuflação a despeito de gênero, índice de massa corporal ou cirurgias prévias. Os valores das pressões intraperitoneais observados em função dos volumes injetados são parâmetros fidedignos do posicionamento correto da ponta da agulha, sofrendo modulações principalmente decorrentes do índice de massa corporal e secundariamente do gênero e da ocorrência de cirurgia prévia ou não.

A utilização da lógica nebulosa ou difusa provou-se eficaz e eficiente na modelagem do comportamento da pressão intraperitoneal em função do volume tanto separadamente, como em conjunto com os métodos estatísticos. A construção de um sistema suporte à decisão utilizando o conhecimento heurístico juntamente com as inferências estatísticas e difusas (*fuzzy*) é mais eficiente.

6 - REFERÊNCIAS

1. Mouret Ph. Cirurgia laparoscópica: uma evolucion de La filosofia quirurgica?
In: Mineiro M, Melotti G, Mouret Ph Editors. Cirurgia laparoscópica.
Madrid.Panamericana, 1996. 1-12
2. Catarci M, Carlini M, Gentileschi P, Santoro E. Major and minor injuries during the creation of pneumoperitoneum. Surg Endosc. 2001;15: 566-9.
3. Anaise D. Vascular and bowel injuries during laparoscopy [monography of the Internet]. Available from: http://www.danaise.com/vascular_and_bowel_injuries_duri.htm
4. Wind J, Cremers JEL. Medical liability insurance claims on entry-related complications in laparoscopy. Surg Endosc. 2007;21: 2094-99
5. Hasan A, Banli O, Kavlakoglu B. Comparison between direct trocar and Veress needle insertion in laparoscopic cholecystectomy. J Laparoendosc & Adv Tech. 2007;17:709-12.
6. Hasson HM. A modified instrument and method for laparoscopy. Amer J Obstet Gynec.1971;110:887-7.
7. Neudecker J, Sauerland S, Neugebauer E, Bergamashi R, Bonjer H, Cuschieri A et al. The European Association for Endoscopic Surgery clinical practice guideline on the pneumoperitoneum for laparoscopic surgery. Surg Endosc. 2002;16:1121-43.
8. Veress J. Neues Instrument zur Ausfuhrung von Brust-oder Bauchpunktionen und Pneumothoraxbehandlung. Dtcsch Med Wochenshr. 1938;41:1480-1
9. Molloy D, Kaloo PD, Cooper M, Nguyen TV. Laparoscopic entry: a literature review and analysis of techniques and complications of primary por entry. Aust N Z J Obstet Gynaecol. 2002;42:246-53.

10. Guimarães P. Pneumoperitônio, punções e trocartes. In: Donadio N, Albuquerque Neto LC. Eds. Consenso Brasileiro em videoendoscopia ginecológica. São Paulo, Artes Médicas, 2001. 27-32.
11. Pirró N, Ciampi D, Champsaur P, Di Marino V. The anatomical relationship of the ilio-cava junction to the lumbosacral spine and the aortic bifurcation. *Surg Radiol Anat.* 2005; 27: 137-141
12. Roviato GC, Varoli F, Saguatti L, Vergani C, Maciocco M, Scarduelli A. Major vascular injuries in laparoscopic surgery. *Surg Endosc.* 2002;16:1192-6.
13. Azevedo JL, Azevedo OC, Miyahira SA, Peixoto GS, Becker Jr OM, Hypolito OH, Machado AC, Cardia W, Yamaguchi GA, Almeida CE, Moreira CH. Injuries caused by Veress needle insertion for creation of pneumoperitoneum: a systematic literature review. *Surg Endosc.* 2008; *in press*.
14. Palmer R. Safety in laparoscopy. *J Reprod Med.* 1974;13:1-5.
15. Rohatgi A, Widdison AL. Left Subcostal Closed (Veress Needle) Approach Is a Safe Method for Creating a Pneumoperitoneum. *J Laparoendosc Adv Surg Tech.* 2004;14:278-80.
16. Schwartz ML, Drew RL, Andersen JN. Induction of pneumoperitoneum in morbidly obese patients. *Obes Surg.* 2003;13:601-4
17. Hurd WW, Bude RO, DeLancey JOL, Pearl ML. The relationship of the umbilicus to the aortic bifurcation: implications for laparoscopic technique. *Obstet Gynecol.* 1992;80:48-51.
18. Azevedo, OC. Punção no hipocôndrio esquerdo na criação do pneumoperitônio: valor diagnóstico das provas de posicionamento da agulha de Veress, das pressões intraperitoneais e dos volumes injetados durante a insuflação. São Paulo, 2006. 53f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Paulo. Escola Paulista de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Cirurgia e Experimentação. Disponível:
<http://www.unifesp.br/dcir/toce/pg/teses/034/otavio.pdf>

19. Azevedo OC, Azevedo JLMC, Sorbello A, Miguel GPS, Guindalini RSC, Godoy AC. Veress needle insertion in the left hypocondrium in creation of the pneumoperitoneum. *Acta Cir Bras*. 2006;21:296-303.
20. Azevedo OC, Azevedo JLMC, Sorbello A, Miguel GPS, Guindalini RSC, Godoy AC, Wilson J, Jorge L. Evaluation of tests performed to confirm the position of the Veress needle for creation of pneumoperitoneum in selected patients: a prospective clinical trial. *Acta Cir Bras*. 2006;21:385-391.
21. Fletcher RH. *Epidemiologia clínica: elementos essenciais*. Martins. – 4. Ed. – Porto Alegre: Artmed, 2006.
22. Cakir T, Tuney D, Esmaeilzadem S, Altan AO. Safe Veress needle insertion. *J Hepatobiliary Pancreat Surg*. 2006;13:225-27.
23. Zadeh LA. Fuzzy sets. *Information and Control*. 1965;8:338-353.
24. Klun V, Virant J. Fuzzy Logic Alternative for Analysis in the Biomedical Sciences. *Compu Biomedic Researc*. 1999;32:305-21.
25. Abbod MF, Keyserlingk DG, Linkens DA, Mahfouf M. Survey of utilization of fuzzy technology in Medicine and healthcare. *Fuzzy Sets Syst*. 2001;120:331-349.
26. Kosko B. The Probability Monopoly. *IEE Transac Fuzzy Sys*. 1994;2:32-3.
27. Mendel JM. Fuzzy Logic Systems for Engineering: A Tutorial. *Proceedings of the IEEE*. 1995;83:345-377.
28. Lee CC. Fuzzy Logic in Control Systems: Fuzzy Logic Controller – Part I. *IEEE Transact Sys Man Cyber*. 1990;20:404-418.
29. Lee CC. Fuzzy Logic in Control Systems: Fuzzy Logic Controller – Part II. *IEEE Transact Sys Man Cyber*. 1990;20:419-435.
30. Tanaka K. *An Introduction to Fuzzy Logic for Practical Applications*. Springer New York. 1997.
31. Zadeh LA. Is there a need for fuzzy logic? *Information Sciences*. 2008;178:2751-79.

32. Araujo JE. Entendendo a Lógica Fuzzy aplicada a Controle de Processos e a Sistemas de Decisão. 2008 *In Press*.
33. Jang JSR, Sun CT. Neuro-Fuzzy Modeling and Control. *Proceedings of the IEEE*.1995;83:378-406.
34. Jang JSR. Neuro-Fuzzy Modeling For Dynamic System Identification. *Proceedings of the IEEE*.1996;320-25
35. Coelho LC, Araujo E. Fuzzy Model Optimization Based on Nelder-mead Simplex Method Applied to Identification of a Chaotic System. 19th International Congress of Mechanical Engineering. 2007.
36. Jang JSR. ANFIS: Adaptive-Network-based Fuzzy Inference Systems. *IEEE Transact Sys Man Cyber*. 1993;23:665-685.
37. Azevedo OC, Azevedo JL, Sorbello A, Miguel GPS, Guindalini RSC, Godoy AC. Reliable guidelines for adequate positioning of Veress needle on the establishment of the pneumoperitoneum. *Rev Col Bras Cir*. 2006; 33: 220-23.
38. Chandler JG, Corson SL, Way LW. Three spectra of laparoscopic entry access injuries. *J Am Coll Surg*. 2001;192:478-91.
39. Balzer KM, Witte H, Recknagel S, Kozianka J, Waleczek H. Anatomic guidelines for the prevention of abdominal wall hematoma induced by trocar placement. *Surg Radiol Anat*. 1999;21:87-89.
40. Azevedo JLMC, Azevedo OC, Becker Júnior OM, Hypólito OHM, Machado ACCG, Freire DF. Punção do hipocôndrio esquerdo na criação do pneumoperitônio com agulha de Veress: validação da técnica, valor dos testes e importância das pressões intraperitoneais e dos volumes injetados durante a insuflação. *Arquivos de Gastroenterologia*. . 2008. Prelo.
41. Cresswell, AG, Grundstrom H. Observations on intra-abdominal pressure and patterns of abdominal intra-muscular activity in man. *Acta Physiol Scand*.1992;144: 409-18.
42. Song C, Alijani A, Frank T, Hanna G, Cuschieri A. Elasticity of the living abdominal wall in laparoscopic surgery. *J Biomech*. 2006; 39:587-591.

43. Siddins M, Boland J, Riederer M, Kanchanabat B, Rao MM, Hewett P. Influence of adhesive drapes on intraperitoneal volume and pressure during laparoscopy. *ANZ J Surg.* 2002; 72: 553-556.
44. Schwartz ML, Drew RL, Andersen JN. Induction of pneumoperitoneum in morbidly obese patients. *Obes Surg.* 2003;13:601-4.
45. Carry PY, Banssillon V. Intra-abdominal pressure. *Ann Fr Anesth Reanim.* 1994;13: 381-99.
46. Frezza EE, Shebani KO, Robertson J, Wachtel MS. Morbid Obesity Causes Chronic Increase of Intra-abdominal Pressure. *Dig Dis Sci.* 2007; 52:1038–1041.
47. Malbrain MLNG, Cheatham ML, Kirkpatrick A, Sugrue M. Results from the International Conference of Experts on Intra-abdominal Hypertension and Abdominal Compartment Syndrome. *Intensive Care Med.* 2006;32:1722-32.
48. Obeid F. Increases in intra-abdominal pressure affect pulmonary compliance. *Arch Surg,* 1995. 130(5): p. 544-7; discussion 547-8.
49. Halevy A, Gold-Deutch R, Negri M, Lin G, Shlamkovich N, Evans S. Are Elevated Liver Enzymes and Bilirubin Levels Significant After Laparoscopic Cholecystectomy in the Absence of Bile Duct Injury? *Ann Surg.* 1996; 219: 362-364.
50. Tan M, Xu F, Peng J, Li D, Chen L, Lv B, Zhao Z, Huang C, Zheng C. Changes in the level of serum liver enzymes after laparoscopic surgery. *World J Gastroenterol* 2003;9:364-367.
51. Szold A, Weinbroum AA. Carbon dioxide pneumoperitoneum-related liver injury is pressure dependent: A study in an isolated-perfused organ model. *Surg Endosc.* 2008;22:365–371.
52. Giraudo G, Contul RB, Caccetta M, Morino M. Gasless laparoscopy could avoid alterations in hepatic function. *Surg Endosc.* 2001;15:741–746.

53. Iberti, TJ, Lieber CE, Benjamin E. Determination of intra-abdominal pressure using a transurethral bladder catheter: clinical validation of the technique. *Anesthesiology*. 1989;70:47-50.
54. Campos LI, Mansfield D. Carbon dioxide volume and intra-abdominal pressure determination before the creation of a pneumoperitoneum. *Surg Laparosc Endosc* .1995;5:100-4.
55. Laviolette M, Seaman JW. The Efficacy of Fuzzy representations of Uncertainty. *IEEE Transac Fuzzy Sys*. 1994;2:4-15
56. Dubois D, Prade H. Fuzzy Sets – A Convenient Fiction for Modeling Vagueness and Possibility. *IEEE Transac Fuzzy Sys*. 1994;2:16-21.
57. Klir GJ. On the Alleged Superiority of Probabilistic Representation of Uncertainty. *IEEE Transac Fuzzy Sys*.1994;2:27-31.
58. Zadeh LA. *Fuzzy Sets and Applications: Selected Papers by L.A. Zadeh*. A Wiley-Interscience Publication. New York, 1987.
59. Nascimento LFC, Ortega NRS. Fuzzy linguistic model for evaluating the risk of neonatal death. *Rev Saude Publica*. 2002;36:688-92.
60. Silveira AM, AB Furtado, Oliveira RCL, Costa Jr CT. Identificação de Abordagens Administrativas: um ensaio com Lógica Fuzzy. 2005. UFPA. <http://www.dcc.ufla.br/infocomp/artigos/v4.1/art05.old.pdf>.

ABSTRACT

Objectives: To evaluate the Veress needle left hypochondrium puncture efficiency, the accuracy of reported tests results and the prognosis value of intra peritoneal pressure measures as function of the injected gas volumes in a fuzzy logic modeling control system. **Methods:** 91 patients, without any restrictions, sequentially scheduled for video laparoscopic procedures were punctured in the left hypochondrium. They were all under general anesthesia and mechanical controlled ventilation as described in the protocol. Five tests regarding the intra abdominal positioning of the needle tip were carried out: aspiration test – **AT**, liquid infusion resistance test – **ResT**, infused liquid recovery test – **RecT**, dripping test – **DT**, and the initial intra peritoneal pressure test – **IIP**. The test's results were compared with data from previous reports from demographic selected group. The levels of sensitivity (SE), specificity (SP), the predictive positive values (PPV) and the negative values (PNV) were calculated. The volume and pressure measures were recorded at every 20 seconds until 12 mmHg. Statistical and fuzzy inferential methods were applied for computational modeling. **Results:** 13 failures occurred. The **AT** showed SP=100% and PNV=100%. The **ResT** showed SE=100%, and SP=0, PPV=85,71%, PNV did not apply. The **RecT** showed SE= 100%, SP= 53,84%, PPV= 92,85%; PNV= 100%. **DT:** SE= 100%; SP= 61,53%; PPV= 93,97% PNV= 100%. The **IIP** showed SE, SP, PPV e PNV=100%. The pressure values are function of the injected gas volume and suffers influence mainly from the BMI ($R^2=73\%$ for homogeneous group, $R^2=58,81\%$ for heterogeneous). **Conclusion:** The left hypochondrium puncture is efficient, the tests carried out guide the surgeon despite BMI, sex distinction or previous surgery. The intra peritoneal pressure measure as function of the injected gas volume is a parameter of the needles' tip positioning, fluctuating according the body mass index, sex and previous surgery. Fuzzy logic demonstrated to be efficacious and efficient in modeling the volume/pressure relation. The heuristic knowledge was more efficient in building a fuzzy controller.

NORMAS ADOTADAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Apresentação de originais: NB-1139. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Informação e documentação. Trabalhos acadêmicos – Apresentação: NBR-14724. Rio de Janeiro, 2002.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE - nº. 01/88: Normas de pesquisas em saúde. Bioética 1955, 3:137-54.

Resolução no 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) /Ministério da Saúde (MS) e em suas complementações (Resoluções 240/97, 251/97, 292/99, 303/00 e 304/00 do CNS/MS).

DeCS – Descritores em Ciências de Saúde. 3 ed. São Paulo. Bireme; 1992.

Citing Medicine. The NLM Style for Authors, Editors and Publishers. 2ª Edition 2007. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/bv.fcgi?rid=citmed.TOC&depth=2>.

FEDERATIVE COMMITTEE ON ANATOMICAL TERMINOLOGY. Terminologia Anatômica, [Tradução para o Português por CTA-SBA]. São Paulo, Manole, 2001, p248.

Rother ET, Braga MER. Como elaborar sua tese: estrutura e referências. 2ª ed. rev. e ampl. São Paulo; 2005.